

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

CAROLINA DE LIMA ADAM

**BIOLOGIA DE *Aegla marginata* BOND-BUCKUP E BUCKUP, 1994 (CRUSTACEA,
AEGLIDAE)**

CURITIBA

2017

CAROLINA DE LIMA ADAM

**BIOLOGIA DE *Aegla marginata* BOND-BUCKUP E BUCKUP, 1994 (CRUSTACEA,
AEGLIDAE)**

Dissertação apresentada como requisito parcial à
obtenção do grau de Mestre em Zoologia, no
Curso de Pós-Graduação em Zoologia, Setor de
Ciências Biológicas, Universidade Federal do
Paraná.

Orientadora: Prof^a Dr^a Setuko Masunari.

CURITIBA

2017

Universidade Federal do Paraná
Sistema de Bibliotecas

Adam, Carolina de Lima

Biologia de *Aegla marginata* Bond-Buckup e Buckup, 1994 (Crustacea, Aeglidae. / Carolina de Lima Adam. – Curitiba, 2017.
71 f., il. ; 30cm.

Orientador: Setuko Masunari

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Zoologia

1. Crustaceo 2. Dimorfismo sexual (Animais) 3. Morfologia (Biologia) I. Título II. Masunari, Setuko III. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Zoologia

CDD (20. ed.) 595.3



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
Setor CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
Programa de Pós-Graduação ZOOLOGIA

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em ZOOLOGIA da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de **CAROLINA DE LIMA ADAM** intitulada: **BIOLOGIA DE *Aegla marginata* Bond-Buckup, 1994 (CRUSTACEA, AEGLIDAE)**, após terem inquirido a aluna e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua aprovação.

Curitiba, 17 de Fevereiro de 2017.

SETUKO MASUNARI

Presidente da Banca Examinadora (UFPR)

SANDRO SANTOS

Avaliador Externo (UFSM)

MAURICIO OSVALDO MOURA

Avaliador Externo (UFPR)

Dedico este trabalho aos meus pais, Gisele e Ivan, que me apoiaram incondicionalmente durante os momentos bons e, principalmente, durante as tempestades desta jornada. “Nunca vou te esquecer”.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Dra. Setuko Masunari, por aceitar esta orientação, me oferecendo o privilégio de participar de um laboratório tão enriquecedor. Foram dois anos de muito aprendizado e crescimento, tanto profissional quanto pessoal.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de mestrado concedida, que permitiu minha permanência na pós-graduação e o desenvolvimento deste projeto.

Ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (SISBIO) e ao Instituto Ambiental do Paraná (IAP), pela concessão das licenças de coleta de material biológico.

À Universidade Federal do Paraná e ao Programa de Pós-Graduação em Zoologia, por oferecerem a infraestrutura necessária para a realização deste trabalho.

Aos professores do Programa, por expandirem minha visão sobre Zoologia, intensificando a paixão pela carreira que escolhi. Agradeço pelas boas conversas e por compartilharem seu conhecimento e experiência. Especialmente ao professor Mauricio Moura (Free), por aceitar ser avaliador deste projeto desde seu início. Além de seus *insights* e sugestões, que foram valiosos para a redação deste documento, agradeço pela amizade, bom humor e pelas discussões sem sentido a respeito de gosto musical.

Aos colegas de laboratório e amigos para toda a vida, Madson, Murilo, Renata e Salise, por compartilharem conhecimento, risadas e conselhos (bons e ruins). Trabalhar com vocês foi um prazer e um privilégio. Terei saudades das tatuagens de BIC[®], os intervalos na grama, as fugas para comprar suculentas, e os debates científicos, filosóficos e ideológicos. Meu dia -a-dia se tornou mais leve com a presença de vocês, e serei eternamente grata por todos os momentos que passamos juntos.

À minha família, especialmente meus pais, Ivan e Gisele, por permanecerem ao meu lado, apoiando minhas escolhas e se orgulhando delas. Vocês oportunizaram minha chegada até aqui, e nenhuma de minhas ambições iria se concretizar não fosse o empenho e dedicação que tiveram na minha criação e formação.

Aos meus parceiros de boleto do aluguel, Bruno, Eloísa, Mateus, Renata e Rô (e aos demais que passaram pela Procópio, 431 ao longo desses dois anos). Viver junto não é uma tarefa

fácil, mas apesar de todos os pequenos problemas, sou grata por dividir com vocês o lugar que chamo de casa.

Ao meu parceiro de vida Rafael, por me manter em pé quando achei que não poderia levantar. Em você sempre pude encontrar um ouvido disposto e um abraço acolhedor. Você foi meu porto seguro nos momentos mais tempestuosos, e mesmo fisicamente distante, foi meu apoio e meu melhor amigo. Obrigada por acreditar em mim sempre e me acompanhar quando pode.

À minha família curitibana, Amanda, Eloísa, Henrique, Madson, Murilo, Pedro, Renata, Salise e Sandra. Obrigada por mudarem uma realidade potencialmente solitária, transformando-a em uma vida de companheirismo, piadas ruins, muitas situações constrangedoras e conversas bizarras durante o almoço.

À minha companheira de guerra Renata, que esteve comigo em todas as etapas que levaram a redação deste documento. Sempre lembrarei das coletas em baixo de tempestade, as noites embalando sanduiches, as horas atoladas em manguezais, os inúmeros olhares de incredulidade enquanto seguramos ataques de riso, as crises de ansiedade, os momentos de fúria, as discussões (com e sem sentido) e as bads regadas a Adele e bolacha da depressão.

Ao meu brother Murilo, pela parceria dentro e fora do laboratório. Obrigada pela paciência e dedicação em tudo que me ensinou. Tenho certeza de que será um orientador “maravisplêndido” para seus futuros pupilos, assim como de certa forma foi para mim. Você sempre terá minha gratidão e admiração.

Ao meu antigo professor, e agora amigo, André Trevisan, pela orientação durante a graduação e incentivo a ingressar no mestrado. Obrigada por acreditar no meu potencial como pesquisadora, esse trabalho não seria possível não fosse sua confiança e apoio.

À Gi e Marcos, por terem me acolhido de braços abertos, me oferecendo amizade e um teto, mesmo sendo virtualmente uma desconhecida. Conheço poucas pessoas tão generosas, altruístas e de tão bom coração quanto vocês.

Aos servidores e funcionários terceirizados da Universidade Federal do Paraná com quem convivi. Agradeço pelo bom dia bem-humorado, os sorrisos fáceis e a simpatia diária. Sua dedicação é essencial para que esta instituição siga em frente.

A todos que, direta ou indiretamente, fizeram parte da trajetória que culminou na redação deste documento.

“[...] Even if the open windows of science at first make us shiver after the cozy indoor warmth of traditional humanizing myths, in the end the fresh air brings vigor, and the great spaces have a splendor of their own.”

Bertrand Russel

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	8
LISTA DE TABELAS	10
RESUMO GERAL	11
GENERAL ABSTRACT	13
INTRODUÇÃO GERAL	15
CRESCIMENTO RELATIVO, DIMORFISMO SEXUAL E TRAJETÓRIA ONTOGENÉTICA EM <i>Aegla marginata</i> BOND-BUCKUP E BUCKUP, 1994 (CRUSTACEA, DECAPODA, ANOMURA) DO RIO BARRINHA, TUNAS DO PARANÁ, PR	18
RESUMO	19
ABSTRACT	20
1. INTRODUÇÃO	20
2. MATERIAL E MÉTODOS	22
2.1 Área de estudo e metodologia de coleta das eglas	22
2.2 Crescimento Relativo	22
2.3 Morfometria Geométrica (MG)	22
2.4 Dimorfismo sexual	24
2.5 Trajetória ontogenética	25
3. RESULTADOS	25
3.1 Crescimento Relativo	25
3.2 Dimorfismo sexual no tamanho da carapaça	28
3.3 Dimorfismo sexual na forma da carapaça	28
3.4 Trajetória ontogenética	29
4. DISCUSSÃO	33
4.1 Crescimento relativo	33
4.2 Dimorfismo sexual no tamanho da carapaça	34
4.3 Dimorfismo sexual na forma da carapaça	35

4.4 Alometria Ontogenética	36
5. CONCLUSÃO.....	38
6. REFERÊNCIAS	38
COMPORTAMENTO AGONÍSTICO DE MACHOS DE <i>Aegla marginata</i> BOND- BUCKUP E BUCKUP, 1994 (CRUSTACEA, DECAPODA, ANOMURA) EM LABORATÓRIO	43
RESUMO.....	44
ABSTRACT	45
1. INTRODUÇÃO	46
2. MATERIAL E MÉTODOS	47
2.1 Coleta e manutenção das egas em laboratório	47
2.2 Desenho experimental.....	47
2.3 Atos comportamentais	48
3. RESULTADOS	50
3.1 Atos comportamentais	50
4. DISCUSSÃO	53
5. CONCLUSÃO.....	56
REFERÊNCIAS	57
REFERÊNCIAS GERAIS	60
ANEXOS	67

LISTA DE FIGURAS

INTRODUÇÃO GERAL

Figura 1 - *Aegla marginata*. Registro de ocorrência nos estados de São Paulo, Paraná e Santa Catarina. Círculos escuros indicam registros da literatura; o círculo vermelho, a população estudada no presente estudo. Adaptado de Trevisan (2013). 15

CAPÍTULO I

Figura 1 - *Aegla marginata*. Posição dos marcos anatômicos estabelecidos na superfície dorsal da carapaça. 1: Ponta do rostro; 2 e 11: Ponta dos espinhos antero-laterais; 3 e 10: Intersecção entre o terceiro lobo hepático e o dente epibranquial; 4 e 9: Intersecção entre a linha branquial posterior e a “*linea aeglica lateralis*” posterior; 5 e 8: Ponto mais disto-posterior da curvatura posterior da carapaça; e 6 e 7: Extremidade posterior da linha dorsal longitudinal..... 24

Figura 2 - *Aegla marginata*. Gráfico de dispersão dos pontos empíricos da relação entre o comprimento do maior própodo do quelípodo (CQMA) e o comprimento da carapaça (CC) de machos. O ponto de inflexão está em 10,58 mm CC. Círculos escuros representam juvenis e círculos claros, adultos. 27

Figura 3 - *Aegla marginata*. Gráfico de dispersão dos pontos empíricos da relação entre a largura do abdômen (LA) e o comprimento da carapaça (CC) de fêmeas. O ponto de inflexão está em 10,35 mm CC. Círculos escuros representam juvenis e círculos claros, adultos. 28

Figura 4 - *Aegla marginata*. Dimorfismo sexual na forma da carapaça de juvenis e adultos. Deformações magnificadas em 4 vezes..... 29

Figura 5 - *Aegla marginata*. Variação na forma da carapaça de juvenis e adultos de ambos os sexos. Deformações magnificadas em 5 vezes..... 30

Figura 6 - *Aegla marginata*. Alometria ontogenética da forma da carapaça de juvenis, baseada na regressão multivariada dos componentes simétricos da forma sobre o log do tamanho do centroide..... 30

Figura 7 - *Aegla marginata*. Alometria ontogenética da forma da carapaça de adultos, baseada na regressão multivariada dos componentes simétricos da forma sobre o log do tamanho do centroide..... 30

Figura 8 - *Aegla marginata*. Alometria ontogenética da forma da carapaça de machos, baseada na regressão multivariada dos componentes simétricos da forma sobre o log do tamanho do centroide..... 31

Figura 9 - *Aegla marginata*. Alometria ontogenética da forma da carapaça de fêmeas, baseada na regressão multivariada dos componentes simétricos da forma sobre o log do tamanho do centroide..... 31

CAPÍTULO II

Figura 1 - *Aegla marginata*. Porcentagem do tempo gasto em cada ato agonístico pelos pares de machos. O item “outros” se refere aos atos CH, PO, CQ, FF, TBP, BCO, GO, CO, DB, DO e BTP. A descrição dos atos se encontra na Tabela 1. 50

Figura 2 - *Aegla marginata*. Somatório dos níveis de interação dos pares de machos, com indicação dos vencedores e perdedores. Nesta análise estão excluídos os atos sem interação (WD1, WD2, WK e CA). 50

Figura 3 - *Aegla marginata*. Porcentagem de tempo gasto por vencedores e perdedores, em cada ato agonístico. Asteriscos indicam diferença significativa entre vencedores e perdedores. A descrição dos atos se encontra na Tabela 1. 51

Figura 4 - *Aegla marginata*. Porcentagem de tempo gasto, por vencedores e perdedores, em cada nível de interação. Asteriscos indicam diferença significativa entre vencedores e perdedores..... 52

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

- Tabela 1** - *Aegla marginata*. Resultado da análise alométrica entre as dimensões corpóreas (variáveis dependentes) e o comprimento da carapaça (variável independente). LA – largura do abdômen; LC – largura da carapaça; CQMA – comprimento do maior própodo; LQMA – largura do maior própodo; CQME – comprimento do menor própodo do quelípodo; LQME – largura do menor própodo; MA – machos adultos; MJ – machos juvenis; FA – fêmeas adultas; FJ – fêmeas juvenis; N – número de indivíduos; r^2 - coeficiente de determinação; T – teste t de Student..... 26
- Tabela 2** - *Aegla marginata*, Comparação dos parâmetros das regressões lineares entre juvenis e adultos, baseada na análise de covariação (ANCOVA). CQMA – comprimento do maior própodo; LA – largura do abdômen. 26
- Tabela 3** – Lista das espécies de eglídeos de diferentes localidades, cujo tamanho médio do início da maturidade (TMIM) é conhecido..... 34

CAPÍTULO II

- Tabela 1** - Código e descrição dos atos agonísticos, os quais foram baseados em Ayres-Peres *et al.* (2011a)..... 48
- Tabela 2** - Descrição dos níveis de interação, os quais foram baseados em Ayres-Peres *et al.* (2011a)..... 50

RESUMO GERAL

Um estudo sobre variação morfológica intraespecífica e comportamento agonístico dos machos de *Aegla marginata* Bond-Buckup e Buckup, 1994 foi realizado com animais provenientes do Rio Barrinha, Bacia do Rio Ribeira do Iguape, PR. No primeiro capítulo, foram tratados o crescimento relativo, dimorfismo sexual e trajetória ontogenética da população. No estudo do crescimento relativo, foram tomadas as seguintes dimensões das egas de ambos os sexos, com um paquímetro digital: comprimento (CC) e largura (LC) da carapaça, largura do abdômen (LA), comprimento do maior (CQMA) e do menor (CQME) própodo, e largura do maior (LQMA) e do menor (LQME) própodo. O tamanho do início da maturidade sexual morfológica foi estimado com software REGRANS, considerando o CC como variável independente e as demais dependentes. Com exceção de duas dimensões, todas mostraram crescimento alométrico positivo. Machos atingem a maturidade com 10,58 mm CC e as fêmeas, com 10,38 mm CC, utilizando a relação CQMA x CC dentre os machos e LA x CC, dentre as fêmeas. Os estudos do dimorfismo sexual e da trajetória ontogenética foram realizados com a técnica da morfometria geométrica. Foram utilizados 11 marcos anatômicos bidimensionais na superfície dorsal da carapaça de juvenis e adultos. Houve dimorfismo sexual no tamanho da carapaça dos adultos, com machos atingindo tamanhos superiores, mas não nos juvenis. Adicionalmente, houve dimorfismo sexual na forma da carapaça tanto de juvenis como dos adultos. Nas fêmeas, a carapaça foi mais larga na porção posterior, corroborando com a hipótese de adaptação reprodutiva das mesmas. As trajetórias alométricas de juvenis de ambos os sexos apresentaram direções similares, porém, tornaram-se divergentes na fase adulta. Em juvenis, o tamanho teve uma influência de quase 50% na variação de forma, tendo atuação pouco significativa no conjunto de machos e fêmeas adultos. O dimorfismo sexual de tamanho reflete uma possível estratégia reprodutiva de machos, que são beneficiados por seu tamanho superior em confrontos agonísticos. Quanto ao dimorfismo de forma, ocorre influência dos caracteres sexuais secundários, sendo que o tamanho tem uma influência maior na variação de forma de fêmeas do que em machos. No segundo capítulo foi descrito o comportamento agonístico de machos de *Aegla marginata*. As interações de dez pares de machos foram filmadas por 20 minutos. Foram estabelecidos 24 atos comportamentais, divididos em oito níveis de interação. Para a análise das gravações, os 20 minutos foram divididos em 240 intervalos de 5 segundos e, para cada egl do par, foi reconhecido um ato comportamental por intervalo. O vencedor foi o indivíduo que apresentou

maior somatório de níveis de interação, considerados apenas os atos de interativos. Os atos não interativos perfizeram mais de 70% do total do tempo de observação, sugerindo que *A. marginata* é uma espécie de baixa agressividade. Como os comportamentos de combate não foram empregados de forma mais intensa no início das interações, mas ocorreram em diferentes momentos durante todo o período de gravação, é possível que o tempo experimental não seja suficiente para o estabelecimento de hierarquias. A espécie faz uso do comportamento de tanatose quando manuseada, porém, não durante confrontos agonísticos, como sua congênere *Aegla denticulata*.

Palavras chave: Morfometria geométrica, alometria ontogenética, dimorfismo sexual, comportamento agonístico, interações agressivas.

GENERAL ABSTRACT

A study on intraspecific morphological variation and agonistic behavior of males of *Aegla marginata* Bond-Buckup e Buckup, 1994 was carried out with animals from the Barrinha River, Ribeira do Iguape River Basin, PR. In the first chapter, the relative growth, sexual dimorphism and ontogenetic trajectory of the population were analyzed. In the relative growth study, the following measures were taken from eglids of both sexes, using a digital caliper: length (CC) and width (LC) of carapace, width of abdomen (LA), length of major (CQMA) and minor cheliped propodus, width of major (LQME) and minor (LQME) cheliped propodus. The size at the onset of morphological sexual maturity was estimated with REGRANS software, considering the CC as the independent variable and the others as dependent. With the exception of two dimensions, all showed positive allometric growth. Males reached maturity at 10.58 mm CC and females at 10.38 mm CC, using the CQMA x CC relation among males and LA x CC, among females. The analysis of sexual dimorphism and ontogenetic trajectory were performed using geometric morphometric technique. We used 11 bidimensional anatomical landmarks on the dorsal surface of the carapace of juveniles and adults. There was sexual dimorphism in the adult carapace size, with males reaching superior sizes, but not in juveniles. Additionally, there was sexual dimorphism in the carapace shape of both juveniles and adults. In females, the carapace was wider in the posterior portion, corroborating with female reproductive adaptation hypothesis. The allometric trajectories of juveniles from both sexes showed similar directions, and became divergent in the adult phase. In juveniles, size had an influence of almost 50% in the shape variation, showing almost no effect in the group of adult males and females. Sexual size dimorphism reflects a possible reproductive strategy of males, which are benefited by their superior sizes in agonistic confrontations. As for the shape dimorphism, there is an influence of secondary sexual characters, and size has a greater influence in the variation of female shape than in males. In the second chapter we described the agonistic behavior of males of *Aegla marginata*. The interactions of ten pairs of males were filmed for 20 minutes. We established 24 behavioral acts, divided into eight levels of interaction. For an analysis of the recordings, the 20 minutes were divided into 240 intervals of 5 seconds and, for each eglid of the pair, one behavioral act was recognized for each interval. The winner was the individual who presented the highest sum of interaction levels, considering only the interactive acts. Non-interactive acts accounted for more than 70% of the total observation time, suggesting that *A. marginata* is a species of low aggressiveness. As the combat behaviors were not performed more intensely at the

beginning of the interactions, but occurred at different times throughout the recording period, it is possible that the experimental time is not sufficient for the establishment of hierarchies. The species makes use of the tanathosis behavior when handled, but not during agonistic confrontations, such as in its congeneric *Aegla denticulata*.

Keywords: Geometric morphometrics, ontogenetic allometry, sexual dimorphism, agonistic behavior, aggressive interactions.

INTRODUÇÃO GERAL

A família Aeglidae possui origem marinha, adentrando o continente sul-americano provavelmente durante o Cretáceo, juntamente com as transgressões do Oceano Pacífico (Perez-Losada *et al.*, 2004). É composta por duas espécies fósseis, *Haumuriaegla glassneri* Feldmann, 1984 e *Protoaegla miniscula* Feldmann, 1998, e um único gênero remanescente, *Aegla* Leach, 1820. O gênero *Aegla* é composto por cerca de 80 espécies exclusivamente dulcícolas (Moraes *et al.*, 2016), cuja distribuição geográfica está restrita à região sul da América do Sul (Bond-Buckup e Buckup, 1994), abrangendo total ou parcialmente, o Chile, Argentina, Uruguai, Paraguai, Bolívia e Brasil. No Brasil é registrado o maior número de espécies endêmicas, nas regiões sul e sudeste. Ocorrem em águas altamente oxigenadas, como rios de corredeiras (Bond-Buckup, 2003).

A ocorrência de *Aegla marginata* Bond-Buckup e Buckup, 1994 é registrada para os estados de São Paulo, Paraná e Santa Catarina (Bond-Buckup, 2003) (Figura 1), podendo ser encontrada em habitats cavernícolas (Rocha e Bueno, 2004). Apesar de sua ampla distribuição geográfica, abrangendo três estados, existem somente os trabalhos de Trevisan *et al.* (2012) e Silva *et al.* (2016) tratando exclusivamente da espécie. Nestes, os autores estudaram a ocorrência de dimorfismo sexual em adultos e o período reprodutivo e longevidade, respectivamente.

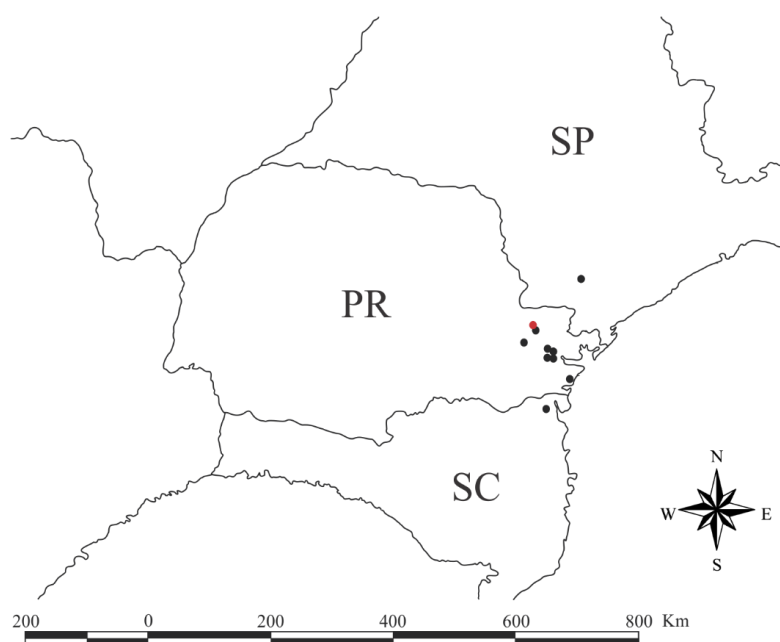


Figura 1 - *Aegla marginata*. Registro de ocorrência nos estados de São Paulo, Paraná e Santa Catarina. Círculos escuros indicam registros da literatura; o círculo vermelho, a população estudada no presente estudo. Adaptado de Trevisan (2013).

A morfometria geométrica é uma ferramenta interessante para estudar variações na forma do corpo ou estruturas de animais, pois ela permite gerar representações gráficas precisas da forma, o que não é possível utilizando a morfometria tradicional (Klingenberg, 2010). A técnica consiste em estabelecer marcos anatômicos em justaposições de tecidos, pontos de curvatura máxima ou pontos extremos de estruturas, gerando coordenadas em um plano cartesiano, que irão representar a forma (Adams *et al.*, 2004). Sua utilização em crustáceos é especialmente atrativa, pois, a morfologia dos mesmos permite determinar pontos anatômicos definidos na superfície dorsal de sua carapaça rígida, dotada de suturas e espinhos bem visíveis (Martin e Abele, 1988).

Em diversos grupos animais, existe uma forte correlação entre a variação morfológica, o dimorfismo sexual e características comportamentais (Irschick *et al.* 2007). Tamanhos corpóreos superiores e armamentos bem desenvolvidos são características individuais benéficas em espécies que desempenham comportamento agressivo (Berglund *et al.* 1996; Lailvaux e Irschick, 2006). Em crustáceos quelados, os quelípodos auxiliam na alimentação e são utilizados em displays visuais para a reprodução, mas também são utilizados em confrontos agressivos, para atacar o oponente (Mariappan *et al.* 2000). Por tanto, a presença de quelípodos possibilita um complexo repertório comportamental dentre alguns grupos de crustáceos.

O objetivo geral deste trabalho foi avaliar a presença de dimorfismo sexual e variação ontogenética na carapaça de *A. marginata*, bem como descrever o comportamento agonístico da espécie. Nossos resultados, em conjunto, irão possibilitar uma melhor compreensão da integração entre caracteres morfológicos e o repertório comportamental de *A. marginata*, padrão que possivelmente pode ser extrapolado para o gênero.

REFERÊNCIAS

- Adams, D. C., Rohlf, F. J.; Slice, D. E. (2004). Geometric morphometrics: ten years of progress following the 'revolution'. *Italian Journal of Zoology*, 71(1), 5-16.
- Berglund, A., Bisazza, A.; Pilastro, A. (1996). Armaments and ornaments: an evolutionary explanation of traits of dual utility. *Biological Journal of the Linnean Society*, 58(4), 385-399.
- Bond-Buckup, G.; Buckup, L. (1994). A família Aeglidae (Crustacea, Decapoda, Anomura). *Arquivos de zoologia*, 32(4), 159-346.
- Bond-Buckup, G. (2003). Em: Magalhães, C. *Manual de identificação dos Crustacea Decapoda de água doce do Brasil*. G. A. S. de Melo (Ed.). Edições Loyola.

- Irschick, D. J.; Herrel, A.; Vanhooydonck, B.; Damme, R. V. (2007). A functional approach to sexual selection. *Functional Ecology*, 21(4), 621-626.
- Klingenberg, C. P. (2010). Evolution and development of shape: integrating quantitative approaches. *Nature Reviews Genetics*, 11(9), 623-635.
- Lailvaux, S. P.; Irschick, D. J. (2006). A functional perspective on sexual selection: insights and future prospects. *Animal Behaviour*, 72(2), 263-273.
- Mariappan, P.; Balasundaram, C.; Schmitz, B. (2000). Decapod crustacean chelipeds: an overview. *Journal of biosciences*, 25(3), 301-313.
- Martin, J. W.; Abele, L. G. (1988). *External morphology of the genus Aegla (Crustacea: Anomura: Aeglidae)* (No. 453-455). Smithsonian Institution Press.
- Pérez-Losada, M., Bond-Buckup, G., Jara, C. G.; Crandall, K. A. (2004). Molecular systematics and biogeography of the southern South American freshwater “crabs” *Aegla* (Decapoda: Anomura: Aeglidae) using multiple heuristic tree search approaches. *Systematic Biology*, 53(5), 767-780.
- Rocha, S. S. D.; Bueno, S. L. D. S. (2004). Freshwater decapod crustaceans from Ribeira de Iguape river basin and adjacent coastal areas, São Paulo, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 21(4), 1001-1010.
- Silva, A. R., Wolf, M. R.; Castilho, A. L. (2016). Reproduction, growth and longevity of the endemic South American crab *Aegla marginata* (Decapoda: Anomura: Aeglidae). *Invertebrate Reproduction & Development*, 60(1), 59-72.
- Trevisan, A., Marochi, M. Z., Costa, M., Santos, S.; Masunari, S. (2012). Sexual dimorphism in *Aegla marginata* (Decapoda: Anomura). *Nauplius*, 20(1), 75-86.
- Trevisan, A. (2013). *Influência da Serra do Mar na distribuição e biologia de Aeglidae (Crustacea, Anomura) na porção leste do Estado do Paraná: padrão de distribuição da família Aeglidae no Estado do Paraná*. 257 f. Tese (Doutorado em Zoologia) – Universidade Federal do Paraná, Paraná.

CAPÍTULO I

**CRESCIMENTO RELATIVO, DIMORFISMO SEXUAL E TRAJETÓRIA
ONTOGENÉTICA EM *Aegla marginata* BOND-BUCKUP, 1994 (CRUSTACEA,
DECAPODA, ANOMURA) DO RIO BARRINHA, TUNAS DO PARANÁ, PR**

RESUMO

Um estudo sobre o crescimento relativo, dimorfismo sexual e trajetória ontogenética foi realizado numa população de *Aegla marginata* Bond-Buckup e Buckup, 1994 ocorrente no Rio Barrinha, município de Tunas do Paraná, PR. No estudo do crescimento relativo, foram tomadas as seguintes dimensões das eglas de ambos os sexos, com um paquímetro digital: comprimento (CC) e largura (LC) da carapaça, largura do abdômen (LA), comprimento do maior (CQMA) e do menor (CQME) própodo do quelípodo, e largura do maior (LQMA) e do menor (LQME) própodo do quelípodo. O tamanho do início da maturidade sexual morfológica foi estimado considerando o CC como variável independente e as demais dependentes. Os estudos do dimorfismo sexual e da trajetória ontogenética foram realizados através da morfometria geométrica. Foram utilizados 11 marcos anatômicos bidimensionais na superfície dorsal da carapaça de juvenis (n= 160), machos adultos (n=68) e fêmeas adultas (n=57). Os efeitos de escala, rotação e sentido foram retirados através de uma Análise Generalizada de Procrustes. O dimorfismo sexual no tamanho da carapaça foi analisado com um teste *t* de Student, a variação na forma, com uma Análise Discriminante e a análise morfológica dos estágios de vida com uma regressão multivariada dos componentes simétricos da forma contra o tamanho do centroide. Com exceção de duas dimensões analisadas, todas mostraram crescimento alométrico positivo. Machos atingem a maturidade com 10,58 mm CC e as fêmeas, com 10,38 mm CC, valores obtidos a partir da relação CQMA x CC para machos e LA x CC para fêmeas. Houve dimorfismo sexual no tamanho da carapaça dos adultos, com machos apresentando tamanhos superiores, mas não nos juvenis. Característica provavelmente relacionada com a estratégia reprodutiva adotada por machos, que se beneficiam do porte maior durante encontros agonísticos. Houve dimorfismo sexual na forma da carapaça tanto de juvenis como dos adultos. Nas fêmeas adultas, a carapaça foi mais larga na porção posterior, o que já era esperado pela hipótese de adaptação reprodutiva de fêmeas. As trajetórias alométricas de juvenis de ambos os sexos apresentaram direções similares, porém, tornaram-se divergentes durante a fase adulta. A variação de forma em *A. marginata* ocorre de forma gradativa durante todo o seu desenvolvimento, não havendo uma transformação abrupta de sua morfologia ao atingir a maturidade sexual.

Palavras chave: Morfometria geométrica, variação de forma, alometria, tamanho no início da maturidade sexual, trajetória alométrica.

ABSTRACT

A study of relative growth, sexual dimorphism and ontogenetic trajectory was carried out in a population of *Aegla marginata* Bond-Buckup e Buckup, 1994 occurring in Rio Barrinha, Tunas do Paraná, PR. In the study of relative growth, the following dimensions of both sexes were measured, with a digital caliper: length (CC) and width (LC) of the carapace, width of the abdomen (LA), length of the major (CQMA) and minor (CQME) cheliped propodus, and width of the major (LQMA) and minor (LQME) cheliped propodus. The size of the onset of the morphological sexual maturity was estimated considering the CC as independent variable and the others as dependent variables. The analysis of sexual dimorphism and ontogenetic trajectory were performed using geometric morphometric technique. Eleven anatomical landmarks were established on the dorsal surface of the carapace of juveniles (n = 160), adult males (n = 68) and adult females (n = 57). The effects of scale, rotation and direction were removed through a Generalized Procrustes Analysis. The sexual size dimorphism in the carapace was analyzed with a Student t test, the shape variation with a Discriminant Analysis and the morphological analysis of the life stages with a multivariate regression of the symmetrical components of shape against the centroid size. With the exception of two analyzed dimensions, all showed positive allometric growth. Males reach maturity with 10,58 mm CC and females, with 10.38 mm CC. These values were obtained from the relation CQMA x CC for males and LA x CC for females. There was sexual size dimorphism in adults, with males showing superior sizes, but not in juveniles. Characteristic probably related to the reproductive strategy adopted by males, who benefit from the larger size during agonistic encounters. There was sexual shape dimorphism in the carapace of both juveniles and adults. In adult females, the carapace was wider in the posterior region, which was already expected by the hypothesis of female reproductive adaptation. The allometric trajectories of juveniles of both sexes presented similar directions, however, they became divergent during the adult phase. The shape variation in *A. marginata* occurs gradually throughout its development, with no abrupt transformation of its morphology upon reaching sexual maturity.

Key words: Geometric morphometry, shape variation, allometry, size at the onset of sexual maturity, allometric trajectory.

1. INTRODUÇÃO

A alometria pode ser caracterizada como a variação da forma de uma ou mais estruturas do corpo causada ou influenciada pela variação de seu tamanho ou do tamanho total do organismo (Gould, 1966; Mitteroecker *et al.*, 2013). O estudo desta variação ao longo da vida de um indivíduo, ou de um grupo de indivíduos, é denominado alometria ontogenética (Klingenberg, 1996). Um dos métodos para avaliar o crescimento médio de uma população é obter dados morfométricos de indivíduos de todos os estágios de vida, divididos em subgrupos de tamanho (Cock, 1966). O mesmo método pode ser utilizado para traçar a trajetória alométrica de uma população e, quanto maior a série de classes de tamanho utilizada na análise, mais próximo do esperado para aquela população será o resultado (Klingenberg, 2016).

Uma das causas da variação alométrica no plano corpóreo de um indivíduo é o dimorfismo sexual, característica comum e amplamente estudada no reino animal (Shine, 1989; Fairbairn, 1997). Ele pode surgir em decorrência da pressão exercida pela seleção natural ou, em alguns casos, pela seleção sexual (Fairbairn, 1997). Nesta última, determinadas características de machos se desenvolvem de forma diferenciada, resultando em uma vantagem na obtenção de parceiras e, conseqüentemente, maior sucesso reprodutivo (Shine, 1989; Hedrick e Temeles, 1989). Em crustáceos, um exemplo claro de variação morfológica causada pela seleção sexual é no gênero *Uca*, em que machos apresentam heteroquelia altamente pronunciada (Crane, 1966). Dentre os eglídeos, os quelípodos de machos também apresentam crescimento alométrico positivo acentuado (para revisão v. Oliveira e Santos, 2011), o que pode ser uma característica moldada pela seleção sexual para o favorecer indivíduos com quelípodos maiores.

O dimorfismo sexual na forma de eglídeos adultos já foi largamente documentado na literatura (Giri e Collins, 2004; Collins *et al.* 2008; Hepp *et al.* 2012; Barría *et al.* 2014), inclusive para *A. marginata* (Trevisan *et al.* 2012). As diferenças encontradas entre machos e fêmeas foram associadas ao desenvolvimento de caracteres sexuais secundários, o que sugere que as variações na forma da carapaça emergem apenas após a maturação sexual. O objetivo deste estudo foi testar o dimorfismo sexual no tamanho e na forma da carapaça de uma população de *A. marginata*, analisando também as variações de forma durante o desenvolvimento, a partir de comparações das trajetórias alométricas dos dois estágios de vida. Nossa hipótese é de que a forma da carapaça de machos e fêmeas juvenis, bem como suas trajetórias alométricas, serão similares, e que o dimorfismo sexual irá surgir apenas na fase adulta.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo e metodologia de coleta das eglas

As eglas foram obtidas no Rio Barrinha (25°00'38,3"S e 49°04'46,7"W), afluente do Rio Ribeirão Grande, Bacia do Rio Ribeira de Iguape, município de Tunas do Paraná, PR. No local de coleta o rio possui cerca de 3,30 metros de largura, apresentando vegetação marginal e um fundo composto de cascalho de diferentes tamanhos e manchas de areia, as quais predominam nas margens. A bacia do Rio Ribeira do Iguape está inserida predominantemente no bioma de Floresta Ombrófila Mista, onde o clima é do tipo Cfb de Köppen (Maack, 2002).

As coletas foram realizadas entre agosto de 2015 e março de 2016 com armadilhas do tipo covo e amostrador surber, com esforço amostral de duas pessoas por meia hora. As eglas coletadas foram transportadas para o laboratório e preservadas em etanol 75%. A sexagem foi efetuada com base na presença de pleópodos em fêmeas e ausência nos machos e, indivíduos com comprimento da carapaça inferior a 6 mm foram sexados sob estereomicroscópio, examinando a presença (em fêmeas) ou ausência (em machos) do gonóporo no 3º par de pereiópodos. Indivíduos menores de 4 mm foram considerados juvenis sexualmente indiferenciados, por não ser possível visualizar a presença ou ausência do gonóporo.

2.2 Crescimento Relativo

As eglas de ambos os sexos tiveram as seguintes dimensões mensuradas com um paquímetro digital de precisão de 0,01mm: comprimento da carapaça (CC), medida entre o ápice distal do rostro e a margem posterior da carapaça; largura da carapaça (LC), medida entre as margens laterais da carapaça; largura do abdômen (LA), medida entre as margens laterais do abdômen; comprimento do maior (CQMA) e do menor (CQME) própodo do quelípodo, e largura do maior (LQMA) e do menor (LQME) própodo do quelípodo. Indivíduos menores que 6 mm CC foram mensurados com auxílio do microscópio digital Dino-Lite Pro AM413. A determinação do tamanho no início da maturidade sexual morfológica foi realizada com o software REGRANS (Pezzuto, 1993). O cálculo foi realizado a partir da relação alométrica entre o CC, que foi considerado variável independente, e as demais dimensões corpóreas (variáveis dependentes). Para este estudo foram utilizados 310 indivíduos, dos quais 168 machos, 126 fêmeas e 16 juvenis de sexo indiferenciado.

2.3 Morfometria Geométrica (MG)

Os animais tiveram a vista dorsal da carapaça fotografada com uma câmera digital Fujifilm FinePix HS10, com resolução de 10MP e distância focal de 15 centímetros. Foram

estabelecidos 11 marcos anatômicos (Figura 1) utilizando o programa TpsDig2 (Rohlf, 2010). Estes marcos foram selecionados por constituírem caracteres morfológicos de fácil identificação, como suturas e espinhos, e por estarem presentes na carapaça de juvenis e adultos. A marcação foi realizada pelo mesmo pesquisador em três repetições, para verificar possíveis erros de marcação. Os dados passaram por uma Análise Generalizada de Procrustes (GPA) para extrair as informações referentes à escala, posição e orientação. O tamanho do centróide foi utilizado para descrever o tamanho dos indivíduos, cujo valor é calculado a partir da raiz quadrada da soma das distâncias quadradas dos marcos anatômicos até o centro de massa da configuração (centroide) (Adams *et al.*, 2004). As análises morfométricas foram realizadas no programa MorphoJ versão 2.16 (Klingenberg, 2011) e as análises estatísticas foram realizadas no ambiente R versão 2.11 (R Development Core Team, 2008). Para as análises de morfometria geométrica foram utilizados 125 indivíduos adultos, sendo 68 machos e 57 fêmeas, e 160 indivíduos juvenis, sendo 97 machos e 63 fêmeas. Os estágios de vida foram determinados a partir do valor do tamanho do início da maturidade sexual morfológica obtido na análise de crescimento relativo.

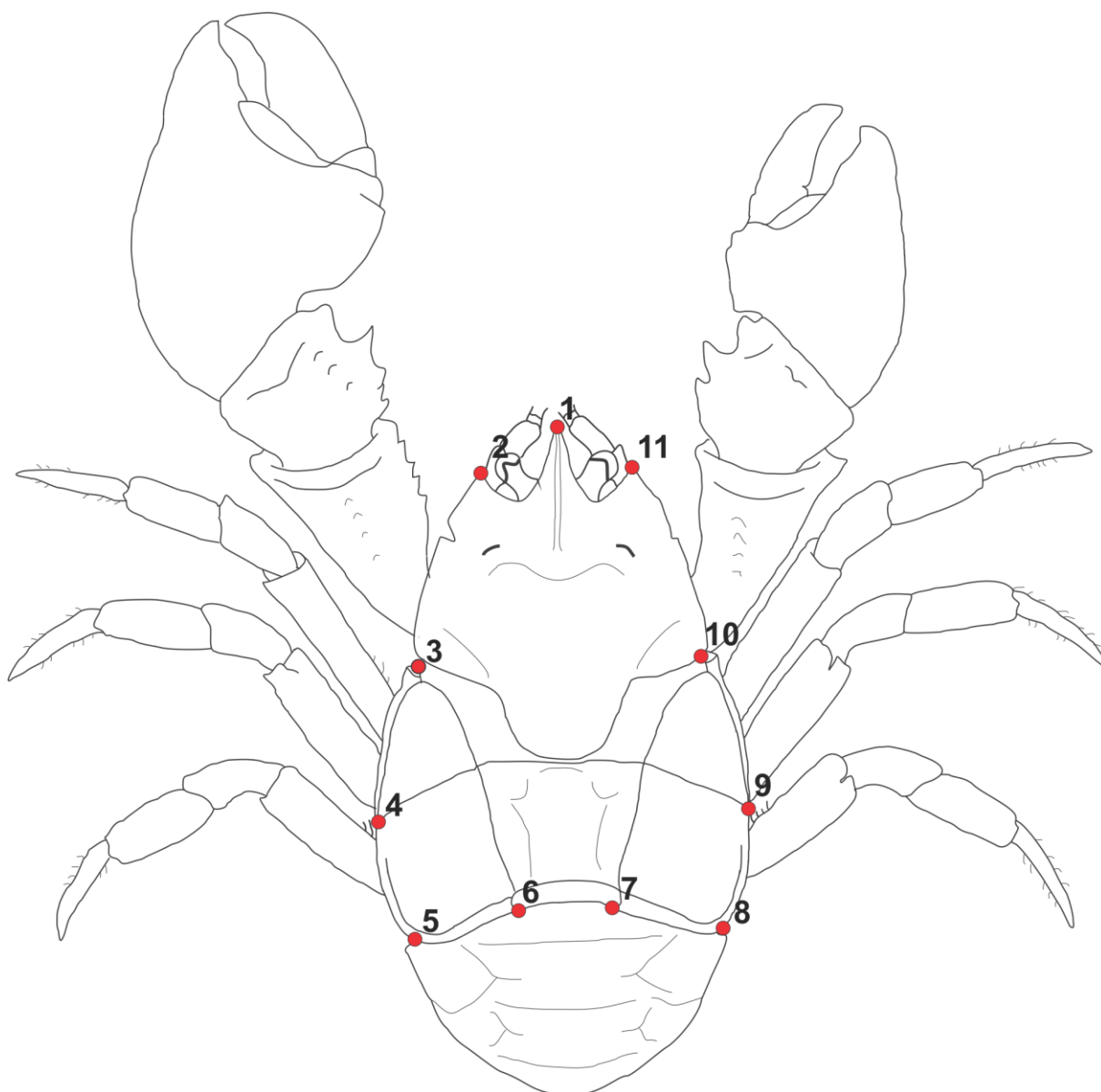


Figura 1 - *Aegla marginata*. Posição dos marcos anatômicos estabelecidos na superfície dorsal da carapaça. 1: Ponta do rostro; 2 e 11: Ponta dos espinhos antero-laterais; 3 e 10: Intersecção entre o terceiro lobo hepático e o dente epibranquial; 4 e 9: Intersecção entre a linha branquial posterior e a “linea aeglica lateralis” posterior; 5 e 8: Ponto mais disto-posterior da curvatura posterior da carapaça; e 6 e 7: Extremidade posterior da linha dorsal longitudinal.

2.4 Dimorfismo sexual

Para testar o dimorfismo sexual no tamanho da carapaça de juvenis e adultos foi realizado um teste *t* de Student utilizando o tamanho do centroide logaritmizado.

Para testar o dimorfismo sexual na forma da carapaça foi realizada uma regressão multivariada dos componentes simétricos da forma (coordenadas de Procrustes) sobre o tamanho do centroide (Klingenberg, 2016). Foi realizada uma Análise de Componentes

Principais (PCA) para determinar a porcentagem de explicação de cada componente principal (PC) sob a variação total. As variações de forma foram testadas a partir de uma Análise Discriminante (DA) com teste de permutação e validação cruzada, para determinar a porcentagem de classificação correta, utilizando os resíduos da regressão (Viscosi e Cardini, 2011).

2.5 Trajetória ontogenética

Para avaliar a variação da forma da carapaça durante o desenvolvimento, ou alometria ontogenética, foi realizada uma regressão multivariada da matriz de coordenadas de Procrustes contra o log do tamanho do centroide separadamente para cada sexo. O nível de significância das regressões foi testado a partir de um teste de permutação. Para verificar se as trajetórias alométricas de machos e fêmeas, testadas separadamente para juvenis e adultos, diferiam dos pares de vetores aleatórios, foi feita uma comparação dos ângulos dos vetores da regressão de cada sexo, em cada estágio de vida.

3. RESULTADOS

3.1 Crescimento Relativo

Com exceção de LC x CC de machos (juvenis e adultos), todas as relações das variáveis dependentes com o CC têm alometria positiva (Tabela 1). Para machos, a relação utilizada para determinar o tamanho do início da maturidade sexual morfológica foi CQMA x CC, cujo gráfico de dispersão mostrou um ponto de inflexão em 10,58 mm CC (Figura 2). Para as fêmeas, esta relação foi a de LA x CC, com ponto de inflexão em 10,35 mm CC (Figura 3). A menor fêmea ovígera encontrada na população mediu 11,80mm CC, o que confirma o significado reprodutivo do valor de início da maturidade obtido para fêmeas.

Houve diferença significativa tanto no intercepto ($p < 0.05$) quanto na inclinação ($p < 0.05$) dos parâmetros das equações lineares ajustadas para machos juvenis e adultos, considerando as dimensões CQMA x CC. Para as fêmeas, houve diferença significativa no intercepto ($p < 0.05$), porém não na inclinação ($p = 0.08$), dos parâmetros das equações lineares ajustadas para juvenis e adultos, considerando a dimensão LA x CC (Tabela 2).

Tabela 1 - *Aegla marginata*. Resultado da análise alométrica entre as dimensões corpóreas (variáveis dependentes) e o comprimento da carapaça (variável independente). LA – largura do abdômen; LC – largura da carapaça; CQMA – comprimento do maior própodo; LQMA – largura do maior própodo; CQME – comprimento do menor própodo; LQME – largura do menor própodo; MA – machos adultos; MJ – machos juvenis; FA – fêmeas adultas; FJ – fêmeas juvenis; N – número de indivíduos; r^2 – coeficiente de determinação; T – teste t de Student.

Variável	Sexo	N	Ponto de Inflexão	Equação Linear ($\log Y = \log A + B \log X$)	r^2	T (b=1)	Alometria
LA	MA	5	18,34	$\log CC = -2,9983 + 3,1976 \log LA$	0,91	5,79	+
	MJ	178		$\log CC = -0,3183 + 1,1572 \log LA$	0,99	175,13	+
	FA	60	10,35	$\log CC = -0,5546 + 1,4028 \log LA$	0,94	31,59	+
	FJ	82		$\log CC = -0,3443 + 1,2026 \log LA$	0,99	160,59	+
LC	MA	126	7,68	$\log CC = -0,1596 + 1,0079 \log LC$	0,99	116,84	0
	MJ	56		$\log CC = -0,1535 + 0,9862 \log LC$	0,98	58,82	-
	FA	92	8,35	$\log CC = -0,2108 + 1,0568 \log LC$	0,97	59,26	+
	FJ	50		$\log CC = -0,1798 + 1,0312 \log LC$	0,99	116,67	+
CQMA	MA	65	10,58	$\log CC = -0,8452 + 1,5351 \log CQMA$	0,96	40,53	+
	MJ	112		$\log CC = -0,3809 + 1,0798 \log CQMA$	0,98	102,84	+
	FA	124	3,72	$\log CC = -0,4033 + 1,0964 \log CQMA$	0,98	86,79	+
	FJ	10		$\log CC = -0,3276 + 1,0219 \log CQMA$	0,99	29,83	+
LQMA	MA	31	4,94	$\log CC = -1,2169 + 1,6173 \log LQMA$	0,97	76,63	+
	MJ	151		$\log CC = -0,8654 + 1,1376 \log LQMA$	0,91	18,24	+
	FA	96	6,59	$\log CC = -0,8673 + 1,2263 \log LQMA$	0,91	31,62	+
	FJ	38		$\log CC = -0,9014 + 1,2157 \log LQMA$	0,97	34,87	+
CQME	MA	23	13,12	$\log CC = -0,4500 + 1,1660 \log CQME$	0,90	13,97	+
	MJ	127		$\log CC = -0,4697 + 1,1593 \log CQME$	0,98	94,53	+
	FA	49	10,39	$\log CC = -0,6664 + 1,3180 \log CQME$	0,81	14,57	+
	FJ	78		$\log CC = -0,3715 + 1,0433 \log CQME$	0,98	67,08	+
LQME	MA	124	5,68	$\log CC = -1,0615 + 1,4274 \log LQME$	0,97	65,18	+
	MJ	39		$\log CC = -0,8548 + 1,0771 \log LQME$	0,88	17,15	+
	FA	90	6,59	$\log CC = -0,8289 + 1,1708 \log LQME$	0,88	25,95	+
	FJ	37		$\log CC = -0,9349 + 1,2425 \log LQME$	0,95	28,63	+

Tabela 2 - *Aegla marginata*. Comparação dos parâmetros das regressões lineares entre juvenis e adultos, baseada na análise de covariação (ANCOVA). CQMA – comprimento do maior própodo do quelípodo; LA – largura do abdômen.

Sexo	Dimensão	F (a)	F (b)	p (a)	p (b)
Machos	CQMA	2084,65	230,05	<0,0001	<0,0001
Fêmeas	LA	238,98	28,87	<0,0001	0,0876

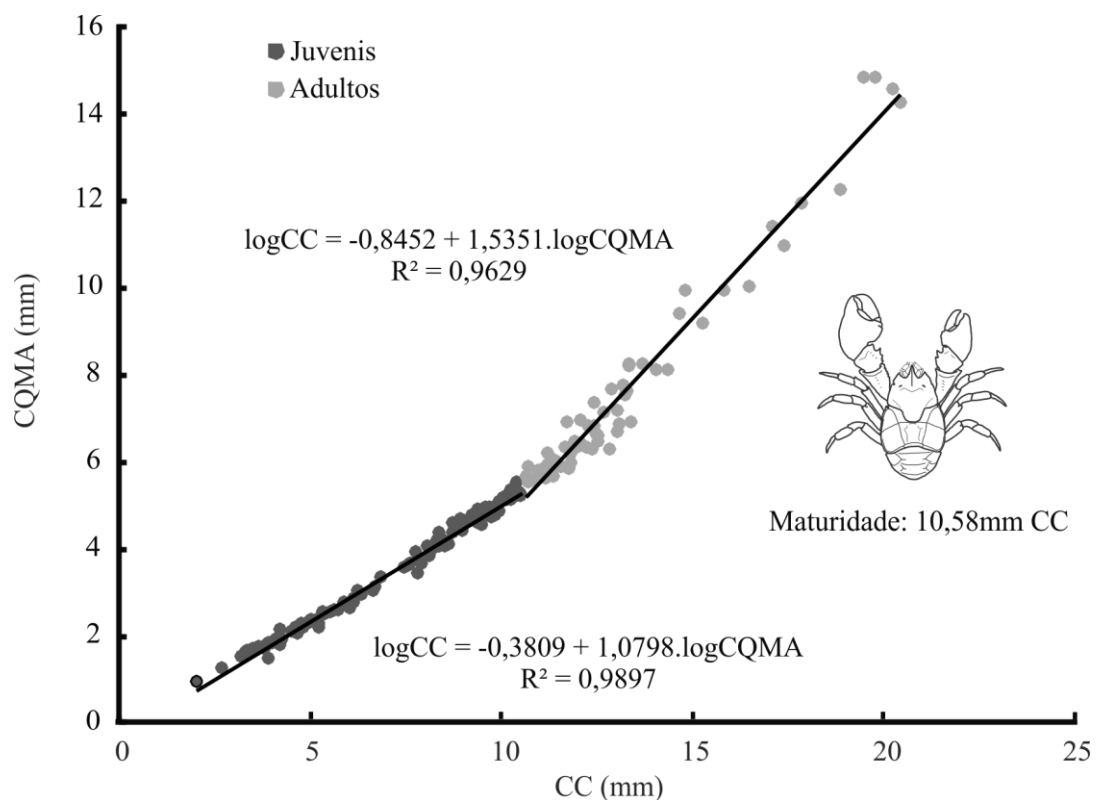


Figura 2 - *Aegla marginata*. Gráfico de dispersão dos pontos empíricos da relação entre o comprimento do maior própodo do quelípodo (CQMA) e o comprimento da carapaça (CC) de machos. O ponto de inflexão está em 10,58 mm CC. Círculos escuros representam juvenis e círculos claros, adultos.

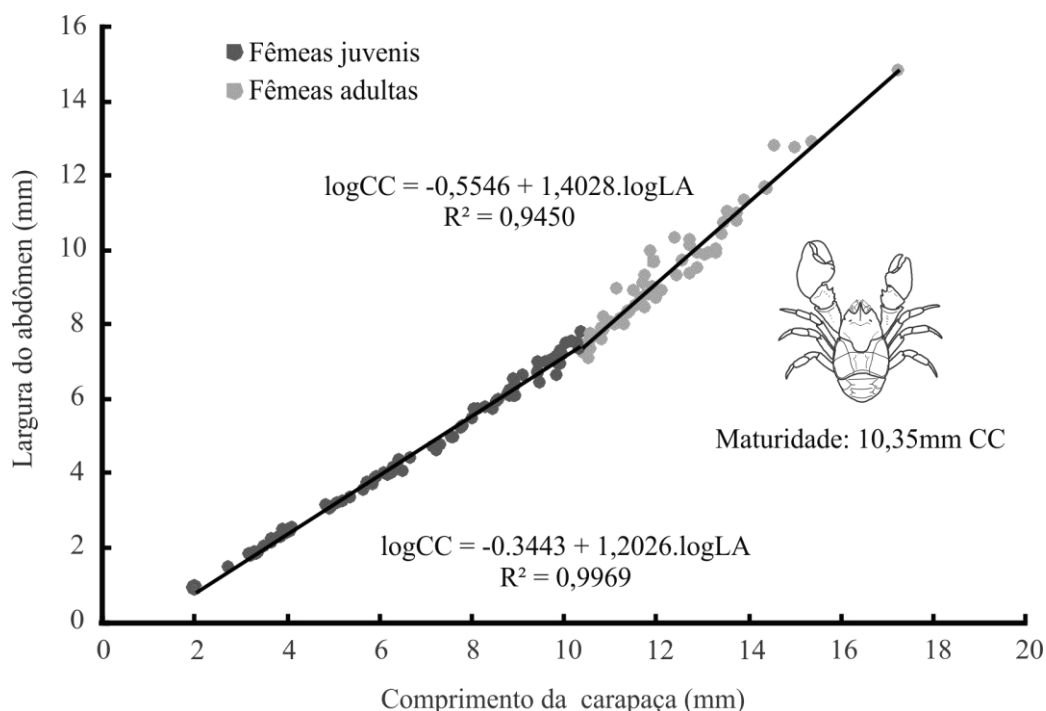


Figura 3 - *Aegla marginata*. Gráfico de dispersão dos pontos empíricos da relação entre a largura do abdômen (LA) e o comprimento da carapaça (CC) de fêmeas. O ponto de inflexão está em 10,35 mm CC. Círculos escuros representam juvenis e círculos claros, adultos.

3.2 Dimorfismo sexual no tamanho da carapaça

Houve diferença significativa no tamanho da carapaça de machos e fêmeas adultas ($t = -2,4423$; $p = 0,0162$; média \pm DP machos = $16,18 \pm 3,45$ mm; média \pm DP fêmeas = $14,96 \pm 2,02$ mm), porém o mesmo não foi observado para juvenis ($t = 0,9376$; $p = 0,3498$; média \pm DP machos = $11,65 \pm 3,30$ mm; média \pm DP fêmeas = $12,13 \pm 2,93$ mm).

3.3 Dimorfismo sexual na forma da carapaça

Houve diferença significativa na forma da carapaça entre os sexos na fase juvenil ($p < 0,001$, distância de Procrustes = 0,0066) e, também, na fase adulta ($p < 0,001$, distância de Procrustes = 0,0213). O percentual de classificação correta para juvenis foi de 74,22% para machos e 65,07% fêmeas, e para os adultos, foi de 89,55% e 82,45%, respectivamente. Nos adultos, os marcos que apresentaram maior variação foram: 1 (Ponta do rostro): fêmeas com rostro mais curto do que machos; 2-11 (Ponta dos espinhos antero-laterais): espinhos mais curtos nas fêmeas do que nos machos; 4-9 (Intersecção entre a linha branquial posterior e a “*linea aeglica lateralis*” posterior): fêmeas com carapaça mais larga do que os machos; e 5-8 (Ponto mais disto-posterior da curvatura posterior da carapaça): fêmeas com as margens posteriores da carapaça muito mais largas do que machos. Com exceção dos marcos 4-9, o mesmo padrão de variação foi observado nas carapaças de juvenis, porém, de forma menos

evidente, demonstrando que estas diferenças entre os sexos, apesar de significativas, são mais sutis nos estágios iniciais de vida (Figura).

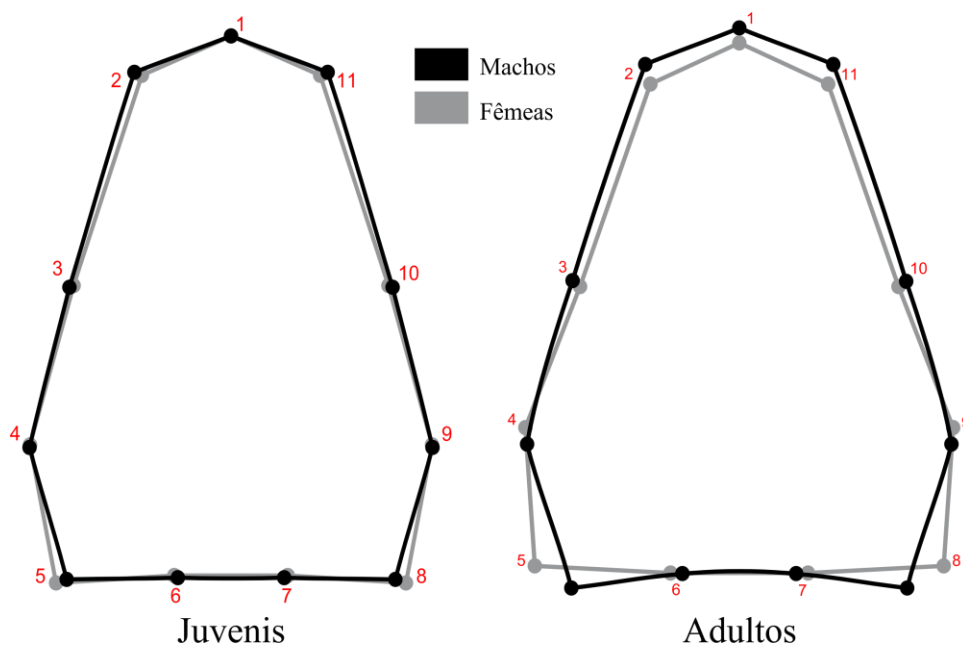


Figura 4 - *Aegla marginata*. Dimorfismo sexual na forma da carapaça de juvenis e adultos. Deformações magnificadas em 4 vezes.

3.4 Trajetória ontogenética

Foi observada alometria ontogenética em ambos os sexos ($p < 0,001$), sendo que nos machos (distância de Procrustes - 0,0218) o tamanho foi responsável por 36% da variação na forma e nas fêmeas (distância de Procrustes - 0,0298) por 48,95%. Houve diferença significativa na forma da carapaça de juvenis e adultos de ambos os sexos ($p < 0,001$) (Figura 5). Dentre os machos, os adultos apresentaram a parte anterior da carapaça mais delgada (marcos anatômicos 2 e seu homólogo 11 e 3 e seu homólogo 10), o rostro mais longo (marco anatômico 1) e a região posterior da carapaça mais larga (marco anatômico 5 e seu homólogo 8) do que os juvenis. Um padrão similar foi observado dentre as fêmeas, porém, o alargamento da porção posterior da carapaça foi mais pronunciado (marcos 5 e 8 e 4 e 9) e o alongamento do rostro foi menos evidente.

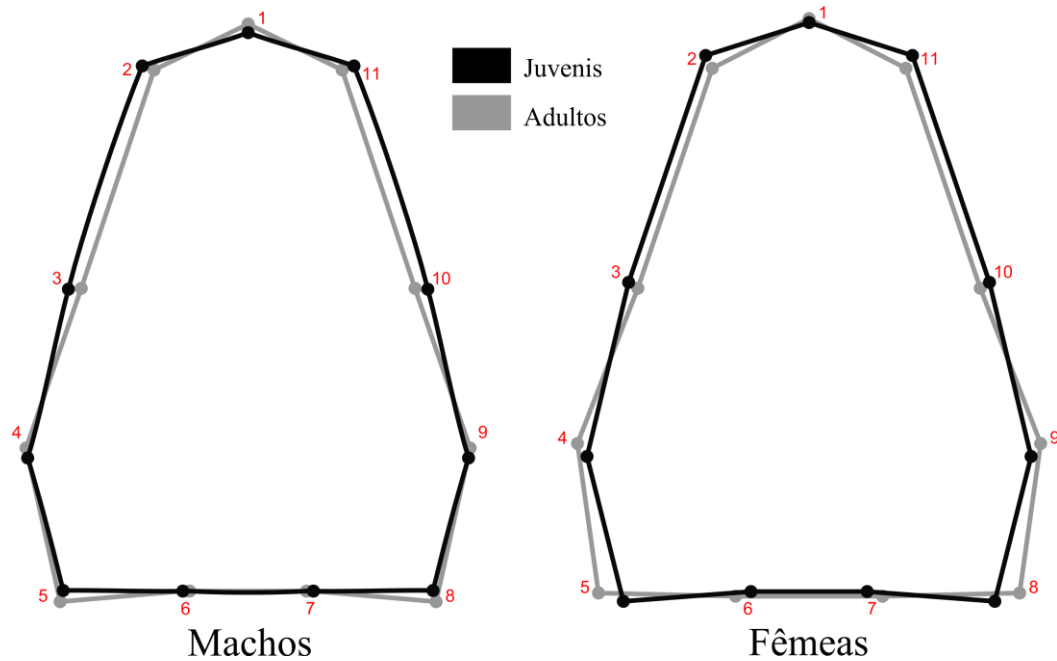


Figura 5 - *Aegla marginata*. Variação na forma da carapaça de juvenis e adultos de ambos os sexos. Deformações magnificadas em 5 vezes.

O ângulo observado para os vetores de regressão entre a trajetória de machos e fêmeas juvenis foi de 14° , diferindo significativamente do ângulo esperado para os vetores aleatórios ($p < 0,001$). Em adultos o ângulo foi de 66° , não diferindo significativamente do ângulo esperado (90°) para os vetores aleatórios ($p = 0,12$). Em conjunto, a influência do tamanho sobre a variação de forma em juvenis foi de 42,43%, já em adultos esta influência foi de 1,91%. Em juvenis, trajetórias alométricas seguem uma direção similar (Figura 6), que se modifica na fase adulta, com machos e fêmeas seguindo trajetórias em direções diferentes (Figura 7).

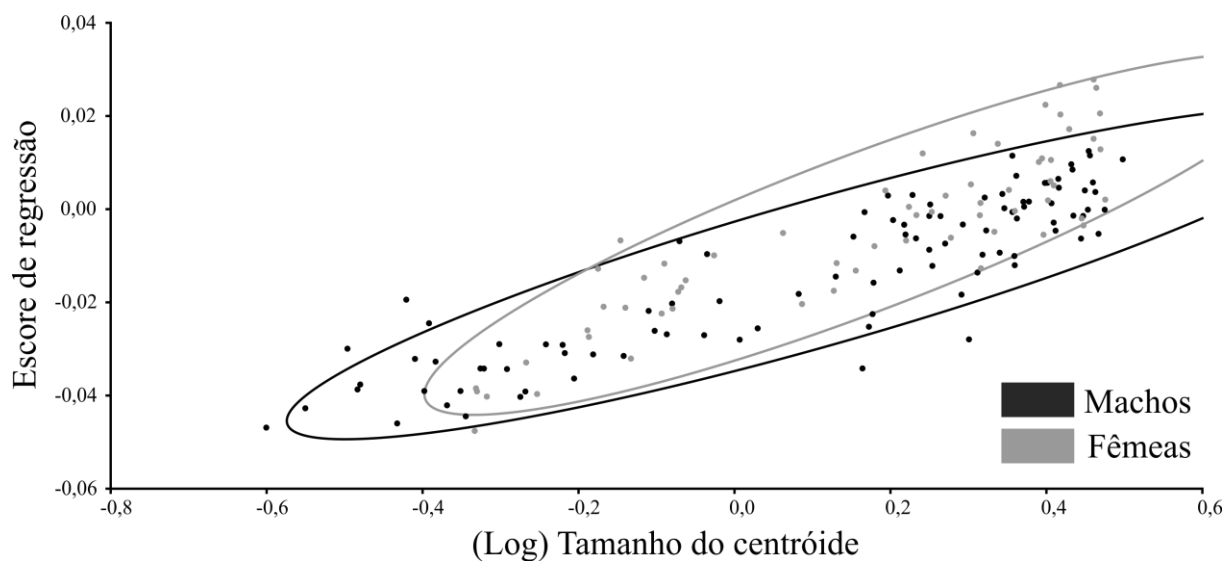


Figura 6 - *Aegla marginata*. Alometria ontogenética da forma da carapaça de juvenis, baseada na regressão multivariada dos componentes simétricos da forma sobre o log do tamanho do centróide.

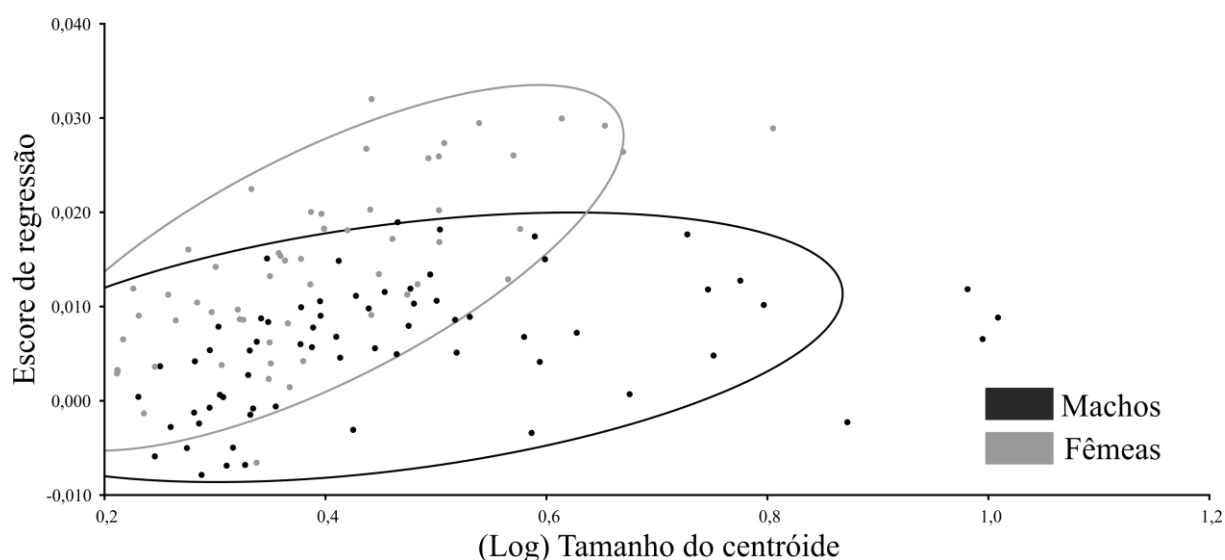


Figura 7 - *Aegla marginata*. Alometria ontogenética da forma da carapaça de adultos, baseada na regressão multivariada dos componentes simétricos da forma sobre o log do tamanho do centróide.

Analisando os sexos separadamente, o ângulo entre as trajetórias de machos juvenis e adultos foi de 73° , não diferindo do esperado para os pares de vetores aleatórios ($p=0,20$). O tamanho teve uma influência de 42,45% sob a forma de juvenis e 2,59% sob a forma de adultos. Por outro lado, fêmeas juvenis e adultas apresentam um ângulo de 19° entre suas trajetórias, diferindo do esperado para os pares de vetores aleatórios ($p<0,001$), sendo que na fase juvenil o tamanho explica 45,47% da variação na forma e na fase adulta esta explicação é

de 22,06%. Machos apresentam direções divergentes em suas trajetórias alométricas (Figura 8). Por sua vez, fêmeas apresentam direções similares (Figura 9).

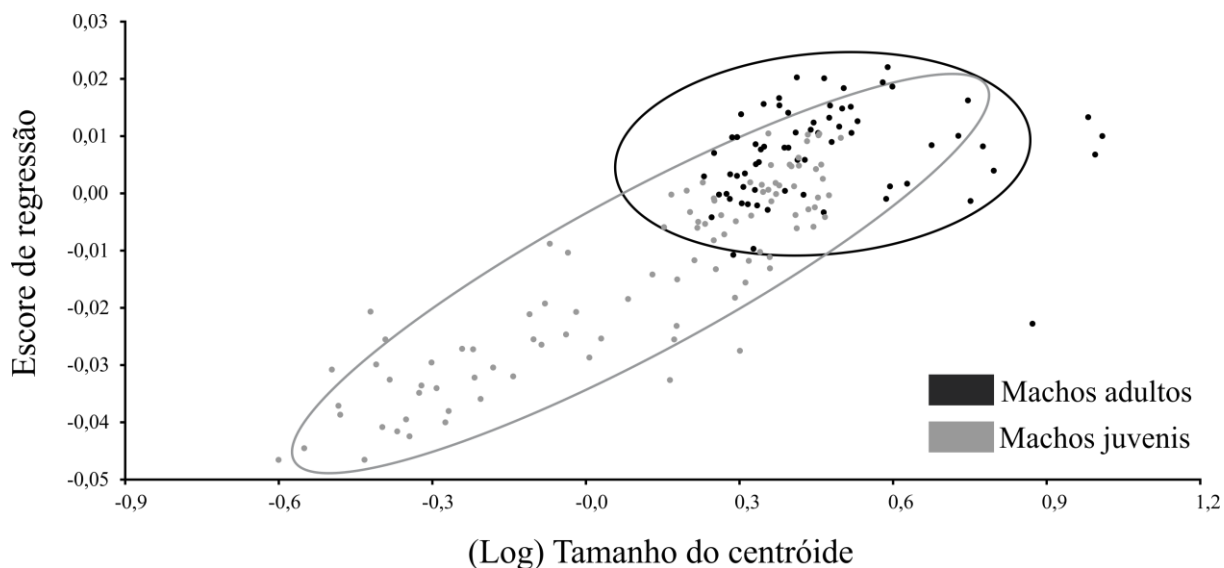


Figura 8 - *Aegla marginata*. Alometria ontogenética da forma da carapaça de machos, baseada na regressão multivariada dos componentes simétricos da forma sobre o log do tamanho do centróide.

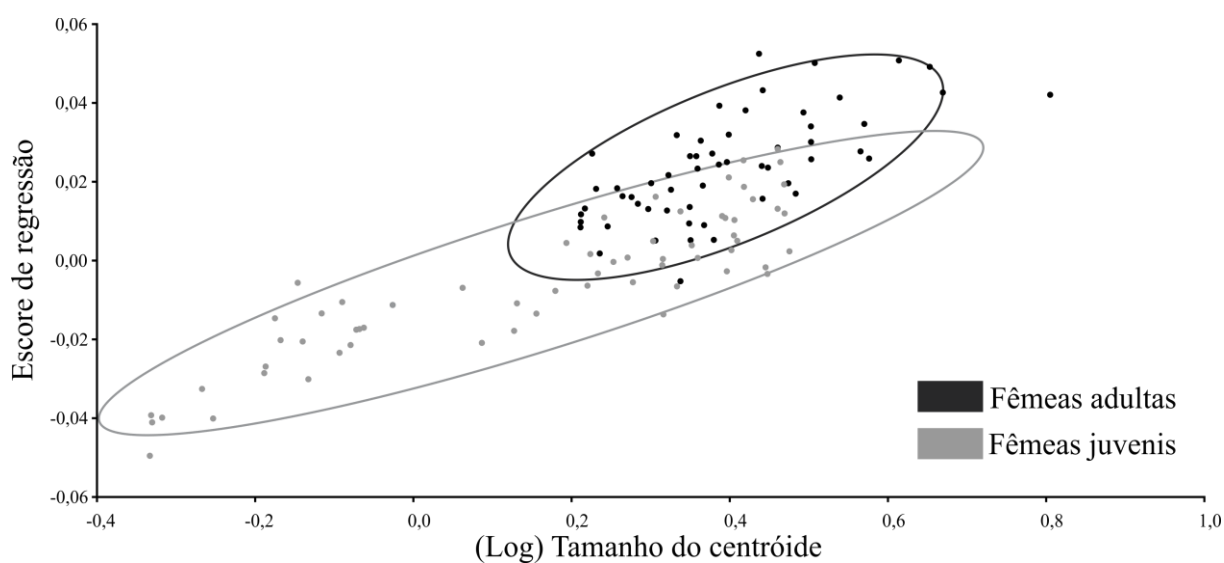


Figura 9 - *Aegla marginata*. Alometria ontogenética da forma da carapaça de fêmeas, baseada na regressão multivariada dos componentes simétricos da forma sobre o log do tamanho do centróide.

4. DISCUSSÃO

4.1 Crescimento relativo

Para uma população de *Aegla marginata* proveniente do Rio Mirante das Antas, Parque Intervales, SP, Silva *et al.*, (2016) obtiveram como o tamanho do início de maturidade funcional das fêmeas 9,28 mm CC, um valor cerca de 1 mm abaixo da população do presente estudo (= 10,38 mm CC). Como aquele valor foi definido a partir do tamanho médio em que 50% das fêmeas encontravam-se maduras durante o período reprodutivo, esta diferença pode ser atribuída às distintas metodologias utilizadas pelos autores. Infelizmente, não há dados sobre o tamanho do início da maturidade sexual morfológica dos machos da população do Rio Mirante das Antas.

Outros estudos utilizando o crescimento relativo das dimensões do corpo para estimar o tamanho do início da maturidade sexual morfológica concluíram, também, que as medidas dos própodos dos quelípodos nos machos e da largura do abdômen nas fêmeas constituem as melhores dimensões para tal finalidade. Pode-se observar que existem grandes variações nos valores de início da maturidade sexual em diferentes espécies e populações (Tabela 3). As espécies podem atingir a maturidade sexual entre 38% e 67% do valor máximo de comprimento de carapaça para a população. Machos da população de *A. marginata* do Rio Barrinha atingem a maturidade com 51% do seu valor máximo de CC, e fêmeas em 60% de seu valor máximo de CC. Valores similares foram obtidos para *A. platensis*, em uma população que atingiu mais de 30mm de CC, demonstrando que não deve haver relação entre o tamanho do início da maturidade sexual morfológica e o porte da espécie.

As variações observadas entre diferentes espécies, e entre populações de uma mesma espécie, podem estar relacionadas com fatores ambientais locais que influenciam suas características de história de vida. Frente à diferentes pressões seletivas as populações precisam reverter sua energia para funções específicas, visto que não podem realizar todas as funções simultaneamente (i.e. crescimento somático e período reprodutivo) (Llodra, 2002). Por exemplo, indivíduos podem optar por se reproduzir, ou podem alocar recursos para crescimento somático em detrimento de investir na reprodução, dependendo da condição do ambiente que estão ocupando em um determinado momento (Houston e McNamara, 1999; Brommer, 2000). Por tanto, animais que optam por investir em crescimento somático antes de reverter a energia para funções reprodutivas podem apresentar tamanhos maiores no início de sua maturação sexual.

Tabela 3 – Lista das espécies de eglídeos de diferentes localidades, cujo tamanho médio do início da maturidade (TMIM) é conhecido.

Espécie	Localidade	CC máx. machos	CC máx. fêmeas	TMIM machos (mm CC)	TMIM fêmeas (mm CC)	Autor
<i>Aegla franca</i>	Rio Barro Preto, MG	-	18,8	-	12,7	Bueno e Shimizu (2008)
<i>Aegla longirostri</i>	Rio Ibicuí Mirim, RS	23,8	18,9	13,7	10,7	Colpo <i>et al.</i> (2005)
<i>Aegla manuinflata</i>	Rio Taquara, RS	27,9	24,1	14,2	13,9	Trevisan e Santos (2012)
<i>Aegla marginata</i>	Rio Mirante das Antas, SP	-	20,0	-	9,2	Silva <i>et al.</i> (2015)
<i>Aegla platensis</i>	Rio Lajeado Bonito, RS	31,7	27,9	21,5	16,5	Oliveira e Santos (2011)
<i>Aegla uruguayana</i>	Rio Areco, Buenos Aires	34,7	30,1	15,4	11,6	Viau <i>et al.</i> (2006)
<i>Aegla marginata</i>	Rio Barrinha, PR	20,4	17,24	10,5	10,3	Presente estudo

4.2 Dimorfismo sexual no tamanho da carapaça (SSD)

A presença de SSD da carapaça de adultos e ausência nos juvenis demonstra que a taxa de crescimento somático em *A. marginata* é similar durante os estágios iniciais de vida. Na fase adulta ocorre uma evidente alteração, com machos crescendo em taxas mais elevadas que fêmeas. Um padrão inverso já foi observado por Bueno *et al.* (2000), porém, os autores atribuíram esta particularidade à raridade dos machos durante o período amostral. Adicionalmente, a população adulta de *A. marginata* estudada por Trevisan *et al.* (2012), proveniente do Rio Taquaral, PR, não apresentou SSD.

Apesar de fêmeas com tamanhos maiores serem mais comuns em invertebrados e vertebrados ectotérmicos, existem exceções (Abouheif e Fairbairn, 1997). Em espécies onde a estratégia reprodutiva de machos consiste em vencer combates para obter fêmeas reprodutivas, é frequente que estes atinjam tamanhos médios superiores (Shine, 1979). Desta forma, machos se beneficiam durante combates agonísticos devido ao seu porte (Fairbairn, 1997; Irschick *et al.* 2007). Em crustáceos, o sucesso de machos maiores em encontros agressivos é extensamente documentado (Andersson, 1994), especialmente dentre os

decápodos (Villanelli e Gherardi, 1998; Brockerhoff e McLay, 2005; Gherardi *et al.* 2006; Sato e Goshima, 2006; Aquiloni e Gherardi, 2007; Nakayama e Wana, 2015). Já foram registrados confrontos agonísticos em machos de eglídeos (Ayres-Peres *et al.* 2011a; Ayres-Peres *et al.* 2015), inclusive em *A. marginata* (observado no segundo capítulo) e este comportamento pode ser um dos fatores influenciando o SSD encontrado na espécie.

A escolha ativa da fêmea também pode agir em conjunto com a hipótese das interações agressivas entre machos. Ao escolher machos maiores, fêmeas dariam preferência para aqueles com maior probabilidade de vencer conflitos intrasexuais e que, consequentemente, teriam acesso e/ou monopolizariam recursos limitantes, como alimento e abrigos (v. revisão em Andersson, 1994). Também foi observado em *Tubuca paradussimieri* (Bott, 1973) que as cópulas são mais longas com machos de tamanhos superiores (Jaroensutasinee e Jaroensutasinee, 2004). A proteção também pode estar entre as vantagens na seleção de machos maiores, como observado em anfípodos, onde fêmeas apresentam menor risco de predação quando pareadas com machos maiores (Cothran *et al.* 2012). Adicionalmente, também em anfípodos, a prole produzida por machos maiores apresenta maior chance de sucesso reprodutivo, figurando outra vantagem adaptativa da escolha por tamanho (Cothran, 2008).

4.3 Dimorfismo sexual na forma da carapaça

O dimorfismo sexual na forma da carapaça de *A. marginata*, mais evidente em adultos do que juvenis, indica que as diferenças morfológicas entre machos e fêmeas, apesar de presentes durante os primeiros estágios de vida, se tornam mais pronunciadas após a maturação sexual. O dimorfismo mais acentuado na região posterior, ou ventral, do corpo de fêmeas é uma característica que parece ter evoluído de forma convergente no reino animal, ocorrendo em lagartos (Braña, 1996), diversos táxons de mamíferos (Glucksmann, 1974; Clair, 2007; Schultz *et al.*, 2009) e crustáceos decápodos (Finney e Abele, 1981; Clayton, 1990; Alunno-Bruscia e Sainte-Marie, 1998), incluindo os eglídeos (Giri e Collins, 2004; Barría *et al.*, 2011; Trevisan *et al.* 2012). O alargamento da carapaça acompanha a expansão do abdômen que ocorre em fêmeas após a transição da fase juvenil para a adulta, e é conveniente para acondicionar a massa de ovos durante o período de incubação (Hartnoll, 1978). Em eglídeos, fêmeas apresentam cuidado parental estendido e permitem que juvenis permaneçam na superfície de sua carapaça, quelípodos e/ou câmara abdominal durante os primeiros dias após eclosão (Adam *et al.* no prelo). Por tanto, além da vantagem durante a

incubação, o alargamento do abdômen também pode favorecer a acomodação dos juvenis recém eclodidos.

4.4 Alometria Ontogenética

O estreitamento da região anterior da carapaça na transição da fase juvenil para adulta parece ser uma tendência para os crustáceos que possuem grandes olhos compostos. Característica presente, também, em caranguejos braquiúros, como *Aratus pisonii* (Milne Edwards, 1873) e *Armases rubripes* (Rathbun 1897) (Marochi, dados não publicados).

Além disto, a variação de forma entre juvenis e adultos pode ter relação com a ocupação diferencial do habitat em cada estágio de vida. Juvenis são menos ativos e tipicamente encontrados nas margens dos riachos, onde o substrato é arenoso e a correnteza é menos intensa. Por outro lado, os adultos possuem atividade mais intensa e costumam ser encontrados na área central do canal do riacho, onde o substrato é repleto de rochas e a correnteza é mais severa (observação pessoal). A força de arrasto gerada pela correnteza pode desalojar animais sésseis e reduzir a velocidade de animais em movimento (Koehl, 1996). Eglídeos adultos podem demonstrar grande atividade cinética e se deslocam tanto a favor quanto contra a correnteza, podendo transpor barreiras físicas como pequenas cascatas (Ayres-Peres *et al.* 2011b). Desta forma, uma região anterior mais afilada confere maior hidrodinâmica ao animal, tornando seu deslocamento mais eficiente ao reduzir a ação do arrasto causado pela correnteza (Nachtigall, 1981).

O significativo alargamento da região posterior da carapaça, observado em fêmeas adultas, está ligado ao aumento da câmara abdominal, previamente discutido. Esta região se mostrou dimórfica mesmo nos indivíduos juvenis, porém a diferença encontrada foi menos acentuada. Em *A. uruguayana* foi constatado que, a partir do estágio juvenil, ocorrem pequenas variações na forma de uma ecdise para outra, viabilizando o desenvolvimento de órgãos reprodutivos (Collins *et al.* 2008). Por tanto, a mudança na morfologia é gradativa durante o desenvolvimento de eglídeos, tornando-se pronunciada após a maturação sexual. Esta característica é comum em outros grupos. Em fêmeas de roedores, que apresentam dimorfismo sexual tanto na forma como no tamanho de estruturas ligadas à reprodução, esta variação também surge na transição da fase juvenil para a adulta, e assume-se que seja causada pela influência de hormônios sexuais (Berdnikovis *et al.* 2007). Em crustáceos, a diferenciação sexual é regulada pela glândula androgênica, que tem ação mediada através de peptídeos específicos similares à insulina (Ventura *et al.*, 2011). Como estes hormônios desencadeiam o desenvolvimento de caracteres sexuais secundários, é possível que atuem no

surgimento da variação na região posterior da carapaça de eglídeos durante o período de maturação.

Durante a fase juvenil, machos e fêmeas apresentaram direções similares em suas trajetórias alométricas, ocorrendo uma divergência de direção na fase adulta. Por tanto, a taxa de crescimento durante o primeiro estágio de vida é similar entre os sexos, porém sofre modificação durante os estágios pós maturação. Este mesmo padrão foi observado por Scalici e Gibertini (2009) em lagostins, e provavelmente indica que, após atingir a maturidade sexual, as necessidades reprodutivas de machos e fêmeas atuam de maneira distinta em sua morfologia. Além disto, o tamanho influenciou quase 50% da variação da forma da carapaça na fase juvenil, tendo uma influência praticamente nula na fase adulta. Este padrão parece estar relacionado com o crescimento relativo de crustáceos, e segundo Hartnoll (1983), o número de ecdises é maior e o incremento de tamanho é mais significativo durante os estágios iniciais de vida. Este resultado indica que a forma de juvenis muda mais drasticamente a cada ecdise e, portanto, o tamanho representa um fator determinante em sua morfologia, não atuando de forma expressiva em adultos.

Apesar da pouca influência do tamanho na forma do conjunto de machos e fêmeas adultos, analisando os sexos separadamente, verificou-se que o tamanho tem uma influência maior na forma da carapaça de fêmeas adultas (= 22,06%) do que em machos adultos (= 2,59%). Isto demonstra que o aumento corpóreo durante a fase adulta tem um papel mais importante na variação da forma da carapaça de fêmeas do que de machos. Isso pode estar relacionado com as características reprodutivas do grupo. Em machos, o caractere sexual secundário é o quelípodo. Já em fêmeas, é o aumento da região abdominal, que acarreta o alargamento da região posterior da carapaça. Esse resultado indica que o incremento de tamanho em machos adultos não altera a forma de sua carapaça, enquanto em fêmeas cada ecdise desencadeia uma variação de forma concomitante ao aumento de tamanho.

Em relação aos gráficos de regressão da forma contra o tamanho do centroide, verificou-se sobreposição dos pontos referentes aos adultos e os pontos referentes aos juvenis das maiores classes de tamanho. Por tanto, juvenis com tamanhos próximos ao tamanho do início da maturidade sexual morfológica provavelmente apresentam forma da carapaça similar à dos adultos. Esse resultado corrobora, também, com a inferência de que a variação da forma na carapaça ocorre gradativamente. Não é observada uma mudança drástica na forma que coincide especificamente com o ponto de quebra obtido para o início da maturidade sexual. Adicionalmente, as classes de tamanho próximas ao valor do ponto de quebra (entre 10 e 11 mm) foram muito mais numerosas do que as classes de tamanho precedentes e subsequentes,

fazendo com que a maioria dos pontos pertencentes aos adultos se tornassem justapostos aos pontos referentes aos juvenis.

5. CONCLUSÃO

O dimorfismo sexual de tamanho e forma existentes em *Aegla marginata* parecem estar relacionados, respectivamente, com a estratégia reprodutiva e características sexuais secundárias da espécie. Já as variações de forma entre juvenis e adultos sugerem influência comportamental, no que diz respeito à ocupação diferencial do habitat entre os estágios de vida. Nossos resultados indicam que *A. marginata* não sofre uma mudança brusca em sua morfologia em uma determinada fase de seu desenvolvimento. As diferenças na forma da carapaça da espécie surgem e se intensificam gradativamente durante sua ontogenia.

Nosso estudo fornece informações importantes a respeito dos fatores que influenciam o desenvolvimento e a variação morfológica em *A. marginata*, o que pode auxiliar no entendimento de sua história evolutiva. Em estudos futuros, é essencial a análise de variações morfológicas não só da carapaça, mas de outras estruturas corpóreas, como os quelípodos, durante a ontogenia de *A. marginata* e espécies congêneres. Estes resultados trarão uma compreensão mais ampla dos fatores que influenciam a morfologia do gênero, sejam estes ecológicos, comportamentais ou filogenéticos.

6. REFERÊNCIAS

- Abouheif, E.; Fairbairn, D. J. (1997). A comparative analysis of allometry for sexual size dimorphism: assessing Rensch's rule. *The American Naturalist*, 149(3), 540-562.
- Adams, D. C., Rohlf, F. J.; Slice, D. E. (2004). Geometric morphometrics: ten years of progress following the 'revolution'. *Italian Journal of Zoology*, 71(1), 5-16.
- Alunno-Bruscia, M.; Sainte-Marie, B. (1998). Abdomen allometry, ovary development, and growth of female snow crab, *Chionoecetes opilio* (Brachyura, Majidae), in the northwestern Gulf of St. Lawrence. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 55(2), 459-477.
- Andersson, M. B. (1994). *Sexual selection*. Princeton University Press.
- Aquiloni, L.; Gherardi, F. (2008). Mutual mate choice in crayfish: large body size is selected by both sexes, virginity by males only. *Journal of Zoology*, 274(2), 171-179.
- Ayres-Peres, L., Araújo, P. B.; Santos, S. (2011a). Description of the agonistic behavior of *Aegla longirostri* (Decapoda: Aeglidae). *Journal of Crustacean Biology*, 31(3), 379-388.

- Ayres-Peres, L., Coutinho, C., Baumart, J. S., Gonçalves, A. S., Araujo, P. B.; Santos, S. (2011b). Radio-telemetry techniques in the study of displacement of freshwater anomurans. *Nauplius*, 19(1), 41-54.
- Ayres-Peres, L., Araujo, P. B., Jara, C. G., Palaoro, A. V.; Santos, S. (2015). How variable is agonistic behavior among crab species? A case study on freshwater anomurans (Crustacea: Decapoda: Aeglidae). *Journal of Zoology*, 297(2), 115-122.
- Barría, E. M., Sepúlveda, R. D.; Jara, C. G. (2011). Morphologic variation in *Aegla* Leach (Decapoda: Reptantia: Aeglidae) from central-southern Chile: interspecific differences, sexual dimorphism, and spatial segregation. *Journal of Crustacean Biology*, 31(2), 231-239.
- Berdnikovs, S., Bernstein, M., Metzler, A.; German, R. Z. (2007). Pelvic growth: Ontogeny of size and shape sexual dimorphism in rat pelvis. *Journal of morphology*, 268(1), 12-22.
- Braña, F. (1996). Sexual dimorphism in lacertid lizards: male head increase vs. female abdomen increase? *Oikos*, 511-523.
- Brockerhoff, A. M.; McLay, C. L. (2005). Mating behaviour, female receptivity and male-male competition in the intertidal crab *Hemigrapsus sexdentatus* (Brachyura: Grapsidae). *Marine Ecology Progress Series*, 290, 179-191.
- Brommer, J. E. (2000). The evolution of fitness in life-history theory. *Biological Reviews*, 75(3), 377-404.
- Bueno, A. A. D. P.; Bond-Buckup, G. (2000). Population's dynamics of *Aegla platensis* Schmitt (Crustacea, Decapoda, Aeglidae). *Revista Brasileira de Zoologia*, 17(1), 43-49.
- Bueno, S. L.; Shimizu, R. M. (2008). Reproductive biology and functional maturity in females of *Aegla franca* (Decapoda: Anomura: Aeglidae). *Journal of Crustacean Biology*, 28(4), 652-662.
- Clair, E. M. S. (2007). Sexual dimorphism in the pelvis of *Microcebus*. *International Journal of Primatology*, 28(5), 1109-1122.
- Clayton, D. A. (1990). Crustacean allometric growth: a case for caution. *Crustaceana*, 58(3), 270-290.
- Cock, A. G. (1966). Genetical aspects of metrical growth and form in animals. *Quarterly Review of Biology*, 131-190.
- Collins, P. A.; Giri, F.; Williner, V. (2008). Sexual maturity and ontogenetic shape variations in the freshwater anomuran crab, *Aegla uruguayana* (Decapoda, Aeglidae). *Invertebrate Reproduction & Development*, 52(1-2), 113-119.
- Colpo, K. D.; Ribeiro, L. O.; Santos, S. (2005). Population biology of the freshwater anomuran *Aegla longirostri* (Aeglidae) from south Brazilian streams. *Journal of Crustacean Biology*, 25(3), 495-499.
- Cothran, R. D. (2008). Direct and indirect fitness consequences of female choice in a crustacean. *Evolution*, 62(7), 1666-1675.

- Cothran, R. D., Chapman, K., Stiff, A. R.; Relyea, R. A. (2012). "Cryptic" direct benefits of mate choice: choosy females experience reduced predation risk while in precopula. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 66(6), 905-913.
- Crane, J. (1966). Combat, display and ritualization in fiddler crabs (Ocypodidae, genus *Uca*). *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 251(772), 459-472.
- Fairbairn, D. J. (1997). Allometry for sexual size dimorphism: pattern and process in the coevolution of body size in males and females. *Annual review of ecology and systematics*, 659-687.
- Finney, W. C.; Abele, L. G. (1981). Allometric Variation and Sexual Maturity in the Obligate Coral Commensal *Trapezia ferruginea* Latreille (Decapoda, Xanthidae). *Crustaceana*, 41(2), 113-130.
- Gherardi, F., Renai, B., Galeotti, P.; Rubolini, D. (2006). Nonrandom mating, mate choice, and male-male competition in the crayfish *Austropotamobius italicus*, a threatened species. *Archiv für Hydrobiologie*, 165(4), 557-576.
- Giri, F.; Collins, P. A. (2004). A geometric morphometric analysis of two sympatric species of the family Aeglidae (Crustacea, Decapoda, Anomura) from the La Plata basin. *Italian Journal of Zoology*, 71(1), 85-88.
- Glucksmann, A. (1974). Sexual dimorphism in mammals. *Biological Reviews*, 49(4), 423-475.
- Gould, S. J. (1966). Allometry and size in ontogeny and phylogeny. *Biological Reviews*, 41(4), 587-638.
- Hartnoll, R. G. (1978). The determination of relative growth in Crustacea. *Crustaceana*, 34(3), 281-293.
- Hartnoll, R. G. (1983). Strategies of crustacean growth. *Australian Museum Memoirs*, 18, 121-131.
- Hedrick, A. V.; Temeles, E. J. (1989). The evolution of sexual dimorphism in animals: hypotheses and tests. *Trends in Ecology & Evolution*, 4(5), 136-138.
- Hepp, L. U., Fornel, R., Restello, R. M., Trevisan, A.; Santos, S. (2012). Intraspecific morphological variation in a freshwater crustacean *Aegla plana* in Southern Brazil: effects of geographical isolation on carapace shape. *Journal of Crustacean Biology*, 32(4), 511-518.
- Houston, A. I.; McNamara, J. M. (1999). *Models of adaptive behaviour: an approach based on state*. Cambridge University Press.
- Irschick, D. J.; Herrel, A.; Vanhooydonck, B.; Damme, R. V. (2007). A functional approach to sexual selection. *Functional Ecology*, 21(4), 621-626.
- Jaroensutasinee, M.; Jaroensutasinee, K. (2004). Morphology, density, and sex ratio of fiddler crabs from southern Thailand (Decapoda, Brachyura, Ocypodidae). *Crustaceana*, 77(5), 533-551.

- Klingenberg, C. P. (1996). Multivariate allometry. Em: Marcus, L. F., Corti, M., Loy, A., Naylor, G. J. P. e Slice, D. E. *Advances in morphometrics* (pp. 23-49). Springer US.
- Klingenberg, C. P. (2011). MorphoJ: an integrated software package for geometric morphometrics. *Molecular ecology resources*, 11(2), 353-357.
- Klingenberg, C. P. (2016). Size, shape, and form: concepts of allometry in geometric morphometrics. *Development genes and evolution*, 1-25.
- Koehl, M. A. R. (1996). When does morphology matter? *Annual Review of Ecology and Systematics*, 27(1), 501-542.
- Llodra, E. R. (2002). Fecundity and life-history strategies in marine invertebrates. *Advances in marine biology*, 43, 87-170.
- Maack, R. (1981). *Geografia física do Estado do Paraná*. J. Olympio.
- Mitteroecker, P., Gunz, P., Windhager, S.; Schaefer, K. (2013). A brief review of shape, form, and allometry in geometric morphometrics, with applications to human facial morphology. *Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy*, 24(1), 59-66.
- Nachtigall, W. (1981). Hydromechanics and biology. *Biophysics of structure and mechanism*, 8(1-2), 1-22.
- Nakayama, M.; Wada, K. (2015). Effect of size on fighting and mating in a brachyuran crab with female-biased size dimorphism, *Ilyograpsus nodulosus* (Macrophthalmidae). *Journal of Crustacean Biology*, 35(6), 763-767.
- Oliveira, D. D.; Santos, S. (2011). Morphological sexual maturity of *Aegla platensis* (Crustacea, Decapoda, Anomura) in the Lajeado Bonito, north of the state of Rio Grande do Sul, Brazil. *Iheringia. Série Zoologia*, 101(1-2), 127-130.
- Pezzuto, P. R. (1993). Regrans: a "basic" program for an extensive analysis of relative growth. *Atlântica*, 15, 93-105.
- R Development Core Team (2008). R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Rohlf, F. J. (2010). tpsDig v2. 16. *Department of Ecology and Evolution, State University of New York, Stony Brook, New York*.
- Sato, T.; Goshima, S. (2007). Female choice in response to risk of sperm limitation by the stone crab, *Hapalogaster dentata*. *Animal Behaviour*, 73(2), 331-338.
- Scalici, M., & Gibertini, G. (2009). Sexual dimorphism and ontogenetic variation in the carapace of *A. pallipes* (Lereboullet, 1858). *Italian Journal of Zoology*, 76(2), 179-188.
- Schutz, H., Donovan, E. R.; Hayes, J. P. (2009). Effects of parity on pelvic size and shape dimorphism in *Mus*. *Journal of morphology*, 270(7), 834-842.
- Shine, R. (1979). Sexual selection and sexual dimorphism in the Amphibia. *Copeia*, 297-306.

- Shine, R. (1989). Ecological causes for the evolution of sexual dimorphism: a review of the evidence. *Quarterly Review of Biology*, 419-461.
- Silva, A. R., Wolf, M. R.; Castilho, A. L. (2016). Reproduction, growth and longevity of the endemic South American crab *Aegla marginata* (Decapoda: Anomura: Aeglidae). *Invertebrate Reproduction & Development*, 60(1), 59-72.
- Trevisan, A., Marochi, M. Z., Costa, M., Santos, S.; Masunari, S. (2012). Sexual dimorphism in *Aegla marginata* (Decapoda: Anomura). *Nauplius*, 20(1), 75-86.
- Trevisan, A.; Santos, S. (2012). Morphological sexual maturity, sexual dimorphism and heterochely in *Aegla manuinflata* (Anomura). *Journal of Crustacean Biology*, 32(4), 519-527.
- Ventura, T., Rosen, O.; Sagi, A. (2011). From the discovery of the crustacean androgenic gland to the insulin-like hormone in six decades. *General and comparative endocrinology*, 173(3), 381-388.
- Viau, V. E.; López Greco, L. S.; Bond-Buckup, G.; Rodríguez, E. M. (2006). Size at the onset of sexual maturity in the anomuran crab, *Aegla uruguayana* (Aeglidae). *Acta Zoologica*, 87(4), 253-264.
- Villanelli, F.; Gherardi, F. (1998). Breeding in the crayfish, *Austropotamobius pallipes*: mating patterns, mate choice and intermale competition. *Freshwater Biology*, 40(2), 305-315.
- Viscosi, V.; Cardini, A. (2011). Leaf morphology, taxonomy and geometric morphometrics: a simplified protocol for beginners. *PloS one*, 6(10), e25630.

CAPÍTULO II

**COMPORTAMENTO AGONÍSTICO DE MACHOS DE *Aegla marginata* BOND-
BUCKUP E BUCKUP, 1994 (CRUSTACEA, DECAPODA, ANOMURA) EM
LABORATÓRIO**

RESUMO

O objetivo geral do estudo foi descrever o comportamento agonístico de *Aegla marginata* Bond-Buckup e Buckup, 1994, comparando com espécies congêneres. Foram utilizados dez pares de machos provenientes do Rio Barrinha, Bacia do Rio Ribeira de Iguape, PR. As interações foram filmadas por 20 minutos. Foram estabelecidos 24 atos comportamentais, divididos em oito níveis de interação. Para a análise das gravações, os 20 minutos foram divididos em 240 intervalos de 5 segundos e, para cada egl do par, foi reconhecido um ato comportamental por intervalo. O vencedor foi o indivíduo que apresentou maior somatório de níveis de interação, considerando apenas os atos interativos. Os atos não interativos perfizeram mais de 70% do total do tempo de observação, dentre os quais animal imóvel, movimentando os apêndices (WD2) foi o mais frequente, com 27,33% do tempo total. A espécie desempenhou atos comportamentais similares a suas congêneres, porém permaneceu muito tempo em atos não interativos. Isto indica que *A. marginata* é uma espécie pouco agressiva. Os comportamentos de combate e combate intenso ocorreram a intervalos durante todo o período de filmagem, não se concentrando no início das interações. Isso sugere que, se eglídeos realizam formação de hierarquias, esta não ocorre prontamente, necessitando um período mais longo de tempo para que seja estabelecida. Outra hipótese é que a hierarquia não é estabelecida entre indivíduos de tamanhos similares. Machos vencedores mostraram maior prontidão para iniciar novos combates, ao passo que perdedores mostraram comportamentos de evitação. É possível que os indivíduos reconheçam seu potencial, ou do oponente, e optem por permanecer ou não em uma interação agressiva. Apesar de fazer uso do comportamento de tanatose quando manuseada, a espécie não desempenha este mecanismo durante encontros agressivos, como sua congênere *Aegla denticulata*.

Palavras chave: Interações agressivas, combate intenso, hierarquias.

ABSTRACT

The main objective of the study was to describe the agonistic behavior of males of *Aegla marginata* Bond-Buckup e Buckup, 1994, comparing with congeneric species. Ten pairs of males from the Barrinha River, Ribeira de Iguape River Basin, PR, were used. Interactions were filmed for 20 minutes. We established 24 behavioral acts, divided into eight levels of interaction, which comprises aggressive, submissive and neutral acts. For analysis of the recordings, the 20 minutes were divided into 240 intervals of 5 seconds, and for each eglid of the pair, a behavioral act was recognized by interval. The winner was the individual who presented the highest sum of interaction levels, considering only the interactive acts. The non-interactive acts represented more than 70% of the total observation time, among which immobile animals, moving the appendices (WD2) was the most frequent act, with 27.33% of the total time. The species performed behavioral acts similar to its congenics, but remained longer in non-interactive acts. This indicates that *A. marginata* is a low aggressive species. Combat and intense combat behaviors occurred at intervals throughout the filming period, not concentrating on the beginning of interactions. This suggests that if eglids perform hierarchical formation, it does not occur readily, requiring a longer period of time for it to be established. Another hypothesis is that hierarchy is not established among individuals of similar sizes. Winning males showed more readiness to start a new combat, while losers showed avoidance behaviors. It is possible that the individuals recognize their potential, or the potential of the opponent, and choosing if it will remain in an aggressive interaction. Although using the tanatosis behavior when handled, the species does not perform this behavior during aggressive encounters, such as its congeneric *Aegla denticulata*.

Key-words: Interaction levels, aggressive and submissive acts, low aggression, avoidance behavior, aggressive encounters.

1. INTRODUÇÃO

Comportamento agonístico é um termo utilizado para descrever confrontos agressivos entre indivíduos da mesma espécie (Hardy e Briffa, 2013). O resultado destes encontros define o “vencedor”, ou o indivíduo dominante da interação (Moore, 2007). Como estes combates ocorrem normalmente na disputa por recursos limitantes, o indivíduo dominante terá acesso a melhores territórios, alimento, status social (hierarquia) e/ou parceiros (Maynard-Smith e Price, 1973; Sarkar, 2003).

Crustáceos são animais altamente sociais e apresentam morfologia extremamente variável, figurando um grupo interessante para o desenvolvimento de estudos comportamentais (Edwards e Herberholz, 2006). Uma das características mais marcantes no comportamento de crustáceos quelados é a utilização dos quelípodos, seja para exibições relacionadas com a reprodução, seja para interações agressivas inter e intraespecíficas (Mariappan *et al.*, 2000). Em encontros agonísticos, os indivíduos utilizam estes apêndices para bater ou agarrar o seu oponente, gerando disputas complexas e padronizadas (Huber *et al.*, 2002).

Eglídeos são crustáceos quelados com repertório agonístico apresentando frequente utilização dos quelípodos. Sobre seu comportamento agressivo, conhecem-se os trabalhos de Parra *et al.* (2011), tratando do status competitivo de espécies chilenas; sobre agonismo, os trabalhos de Ayres-Peres *et al.* (2011a, 2015); e sobre modulação da agressividade e estratégias para resolução de conflitos, os trabalhos de Palaoro *et al.* (2013, 2014).

Ao avaliar quão variável é o comportamento agonístico de eglídeos, as análises de Ayres-Peres *et al.* (2015) demonstraram que parte das disparidades comportamentais dentro do gênero podem estar relacionadas a diferenças morfológicas. Espécies de menor porte e com quelípodos menores e mais delgados apresentaram níveis baixos de agressividade, sendo que *Aegla denticulata* Nicolet, 1849, desempenhou tanatose durante o confronto agonístico. Este comportamento, normalmente relacionado com evitação de predadores (Lavalli e Spanier, 2015), havia sido descrito para esta mesma espécie por Coutinho *et al.* (2013), e não foi relatado em nenhuma outra espécie de eglídeo.

Dentro deste cenário, nosso objetivo principal foi caracterizar o comportamento agonístico de *Aegla marginata*. Esta é uma espécie de pequeno porte (Bond-Buckup e Buckup, 1994) que também apresenta comportamento de tanatose, como foi observado em campo e em experimentos preliminares. Dadas estas características, nossa hipótese é de que a espécie apresenta baixa agressividade em seu repertório agonístico, corroborando o que foi

observado por Ayres-Peres *et al.* (2015) para espécies de pequeno porte, e, possivelmente, emprega a tanatose durante confrontos agressivos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Coleta e manutenção das eglas em laboratório

Os indivíduos de *A. marginata* utilizados no presente estudo foram obtidos no Rio Barrinha (25°00'38,3"S 49°04'46,7"W), município de Tunas do Paraná, PR. As coletas foram realizadas com armadilhas do tipo covo e com amostrador tipo surber. Somente machos adultos foram selecionados para os experimentos. Os animais foram transportados ao laboratório em recipientes contendo água do local de coleta e ramos da vegetação local.

Em laboratório, os animais foram acondicionados em aquários individuais contendo cerca de 1L de água proveniente do local de coleta e uma rocha. Estes aquários ficaram submetidos à aeração contínua, temperatura constante ($18^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$) e fotoperíodo controlado (12h claro: 12h escuro). Os animais foram aclimatados por sete dias nestas condições e alimentados com ração de peixe a cada 48 horas; a higienização dos aquários foi feita sempre no dia seguinte à alimentação. Um período de jejum de 48 horas foi adotado como padrão antes do início dos experimentos.

2.2 Desenho experimental

Um total de 12 pares de machos foi utilizado nos experimentos. O tamanho médio do comprimento da carapaça foi $12,83 \pm 1,73\text{mm}$. Cada par foi composto por indivíduos de comprimento da carapaça similares (diferença máxima de 1,0 mm), dos quais, um foi marcado com tinta não-tóxica para identificação durante as análises. Os pares foram colocados em uma arena, que constituiu de um aquário medindo 24 x 14 x 6 cm, contendo 1L de água e isento de substrato e aeração. Cada par foi aclimatado na arena por 20 minutos, estando as eglas separadas por uma divisória opaca. Para minimizar a influência do observador, a arena foi coberta com plástico branco, e somente um círculo de 10,5 cm de diâmetro foi aberto na parte superior para permitir a filmagem com uma câmera Fujifilm FinePix HS10, que foi fixada a 30 cm acima da arena.

Após o período de aclimação, a divisória foi removida e as atividades do par foram filmadas por 20 minutos. Como os eglídeos são mais ativos durante a noite (Sokolowicz *et al.*, 2007), as filmagens foram realizadas na fotofase escura, numa sala com fotoperíodo invertido. Uma lâmpada fluorescente vermelha de 14W, fixada 25 cm acima da arena iluminou os

animais durante as filmagens. Após a gravação os animais foram devolvidos para aquários de manutenção, onde foram monitorados por uma semana, para excluir da análise aqueles pares que, eventualmente, estivessem debilitados ou sofrido ecdise, eventos que podem influenciar o comportamento dos crustáceos (Tamm e Cobb, 1978). De fato, durante este monitoramento, um indivíduo morreu e outro sofreu ecdise. Assim, os dados de confronto destes animais foram excluídos das análises.

2.3 Atos comportamentais

Baseado em Ayres-Peres *et al.* (2011a), 24 atos comportamentais foram estabelecidos para caracterizar a interação dos machos de *A. marginata* (Tabela 1). Adicionalmente, foram estabelecidos oito níveis de interação para quantificar os atos comportamentais (Tabela 2). Os 20 minutos de filmagem foram divididos em 240 intervalos de 5 segundos (Ayres-Peres *et al.*, 2011a) e, para cada intervalo, um ato comportamental foi reconhecido para cada indivíduo do par.

Foi definido como ocorrência de combate, quando um dos indivíduos realizou um ato agressivo e seu oponente teve uma resposta também agressiva. Este combate foi considerado encerrado quando um dos indivíduos se afastou do oponente, numa distância equivalente ao tamanho corpóreo dos animais, ou quando ambos permaneceram inertes por mais de 5 segundos. O iniciador do combate foi considerado aquele que realizou o primeiro ato agressivo.

Para a determinação do ganhador da disputa, foram considerados apenas os atos “interativos”, com níveis -2, -1, 2, 3, 4 e 5, entre os membros do par, excluindo atos como permanecer parado (nível 0) e andar ou escalar a arena (ambos de nível 1). Foi considerado vencedor, o indivíduo que apresentou maior valor na soma dos níveis de interação ao final do período do experimento.

Tabela 1 - Código e descrição dos atos agonísticos, baseados em Ayres-Peres *et al.* (2011a).

ATOS NÃO INTERATIVOS		
WD1	Sem atividade	O animal permanece imóvel e com os apêndices inertes (antenas, quelípodos ou pereópodos).
WD2	Com atividade	O animal permanece imóvel, porém, com os apêndices em movimento (antenas, quelípodos, pereiópodos ou maxilípedes).
WK	Caminhando	O animal caminha isoladamente na arena. Quelípodos podem estar direcionados paralelamente para a frente ou afastados. Antenas podem estar direcionadas para a frente.
CA	Escalando a arena	Animal sem contato com o outro indivíduo, e tentando escalar as laterais da

ATOS INTERATIVOS**Atos agonísticos agressivos**

AP	Aproximação	Um animal anda na direção do oponente, com as antenas direcionadas para frente.
FF	Frente a frente	Ambos permanecem imóveis, frente a frente, à curta distância. Quelípodos e antenas direcionadas para frente; toques com antenas podem ocorrer.
TBP	Toque de pereópodos	O animal toca o oponente com os pereópodos, se posicionando ao lado do oponente. Toques com antenas podem ocorrer.
HQ	Bater com o quelípodo	Um animal atinge os quelípodos, carapaça e/ou abdômen do oponente, utilizando os quelípodos.
CH	Perseguir	O animal persegue o oponente, movimentando-se rapidamente. O oponente pode tentar fugir.
PQ	Pinçar com quelípodos	Um animal pinça, sem segurar, os quelípodos, pereiópodos, antenas, carapaça e/ou abdômen do oponente, na tentativa de segurá-lo com os quelípodos.
CQ	Segurar com quelípodos	Um animal segura o oponente pelos quelípodos ou pereiópodos, com os quelípodos. Pode ocorrer, também, tentativa de segurar o oponente pela carapaça ou abdômen.
DB	Empurrar o oponente	Um animal empurra o oponente com os quelípodos, carapaça e/ou abdômen.
GO	Subir no oponente	Um animal sobe no oponente.
F	Combate	Os animais, frente a frente, tentam segurar o oponente utilizando os quelípodos. Enquanto um investe com os quelípodos na direção do outro, este flexiona os quelípodos perpendicularmente em direção ao corpo, evitando ser segurado; os indivíduos empurram um contra o outro utilizando os quelípodos, normalmente enquanto estes estão flexionados; os indivíduos podem esticar os quelípodos na tentativa de capturar o oponente, abrindo-os e fechando-os rapidamente. No início do ato podem ocorrer toques das antenas, mas, no decorrer do ato, as antenas normalmente permanecem em posição perpendicular ao corpo.
IC	Combate intenso	Animais podem elevar o corpo, atacando o oponente. Intrincados movimentos ocorrem durante o combate intenso: uso indiscriminado dos quelípodos (bater, pinçar, segurar), pereiópodos e antenas; tentativa de subir no oponente; utilização de movimentos do abdômen para se libertar durante o combate; antenas podem permanecer em posição perpendicular, horizontal ou vertical ao corpo e/ou podem ocorrer toques intensos das antenas (não sendo possível contabilizar o número de toques das antenas durante o combate).

Atos agonísticos submissos

WA	Afastar do oponente	Um animal se afasta lentamente do oponente, indo na direção oposta. Concomitantemente ao afastamento do primeiro, há aproximação do oponente, mas sem contato direto entre os indivíduos, e sem caracterizar um comportamento de fuga.
BTBP	Ser tocado por pereópodos	Um animal é tocado com os pereópodos do oponente.
TO	Ser tocado por quelípodos	Um animal é tocado nos quelípodos, carapaça e/ou abdômen com os quelípodos do oponente.
PO	Ser pinçado por quelípodos	Um animal é tocado nos quelípodos, carapaça e/ou abdômen com os quelípodos do oponente.
CO	Ser segurado com quelípodos	Um animal é segurado pelos quelípodos e/ou pereiópodos com os quelípodos do oponente. Pode ocorrer tentativa de segurar pela carapaça ou abdômen do animal.
DO	Ser empurrado	Um animal é empurrado pelo oponente que, por sua vez, pode empurrar aquele utilizando quelípodos, carapaça e/ou abdômen.
BCO	Ficar em baixo do oponente	Quando o oponente sobe no animal.
FL	Fugir	À aproximação do oponente, o animal tenta fugir, caminhando rapidamente na direção oposta ou tentando escalar a arena. O animal tenta fugir em resposta a um contato físico do oponente com os quelípodos, ou antenas, ou

TF	Movimentar o abdômen	a uma perseguição. O animal pode direcionar as antenas para frente durante o movimento.
		O animal realiza flexões rápidas do abdômen, propulsionando o corpo na direção oposta à do oponente, na tentativa de fugir dele. Pode realizar este ato durante um combate, para se libertar do oponente.

Tabela 2 - Descrição dos níveis de interação, baseados em Ayres-Peres *et al.* (2011a).

Nível	Comportamento	Definição
-2	Fugir	Andar rapidamente na direção oposta do oponente, flexões rápidas do abdômen, ser empurrado, pinçado, segurado ou “escalado” pelo oponente.
-1	Evitar/Afastar-se	Andar lentamente na direção oposta do oponente, sem contato físico. Ser tocado pelo oponente.
0	Separados sem movimento	Animais permanecem separados, sem contato físico e sem movimentação.
1	Separados com movimento	Animais permanecem separados, com movimento: caminham explorando a arena ou tentam escalar a lateral da arena, ignorando o oponente.
2	Aproximação	Animal se aproxima lentamente do oponente e/ou permanecem frente a frente, apenas com contato de antenas.
3	Contato físico apenas com toques	Perseguir e/ou tocar o oponente, com os quelípodos e/ou pereiópodos.
4	Agarrar o oponente com os quelípodos	Usar os quelípodos para pinçar e/ou segurar o oponente, empurrar o oponente com os quelípodos e/ou carapaça, subir no oponente, realizar combate de intensidade moderada.
5	Combate intenso	Uso intenso de quelípodos, sem restrições.

3. RESULTADOS

3.1 Atos comportamentais

O comportamento de tanatose não foi verificado durante os encontros agonísticos. O ato mais frequentemente observado foi WD2 (animal imóvel, porém, com os apêndices em movimento), com 27,33% do total do tempo de observação, seguido de WK (animal caminhando isoladamente na arena) com 26,37% e de CA (animal tentando escalar as laterais da arena) com 12,19%. Os atos não-interativos perfizeram mais de 70% do total do tempo de observação, já os atos interativos perfizeram em conjunto um total de 29,21% do tempo de observação (Figura).

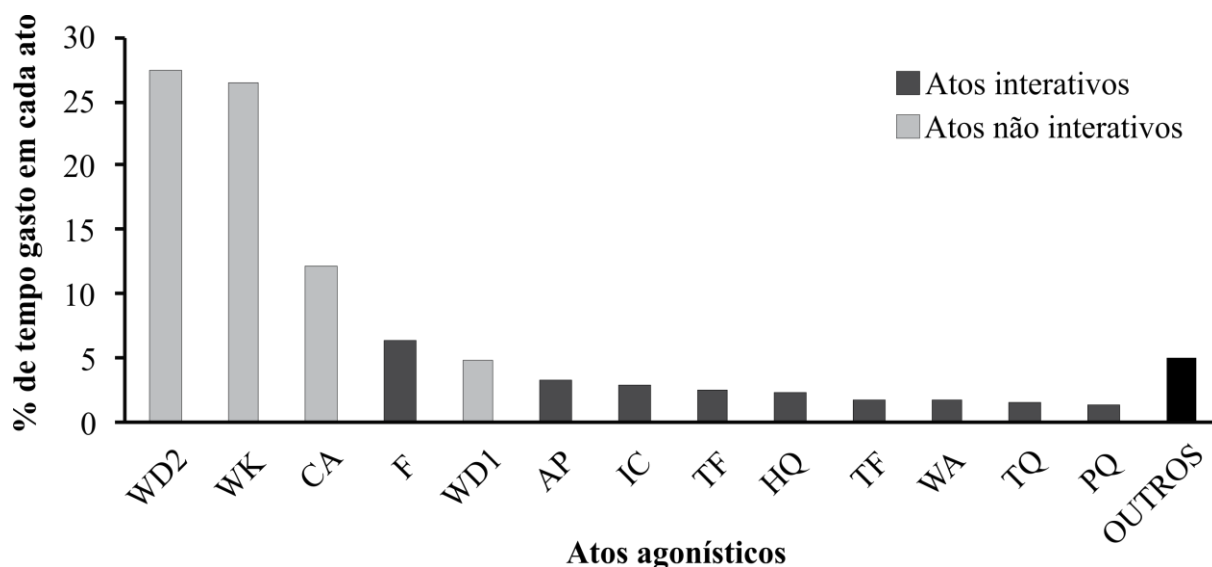


Figura 1 - *Aegla marginata*. Porcentagem do tempo gasto em cada ato agonístico pelos pares de machos. O item “outros” se refere aos atos CH, PO, CQ, FF, TBP, BCO, GO, CO, DB, DO e BTP. A descrição dos atos se encontra na Tabela 1.

A partir destes atos interativos, foi realizado um somatório dos níveis de interação entre os machos que compuseram respectivos pares, cujo resultado identificou o vencedor da disputa (Figura 2). Os níveis de interação foram variáveis entre os pares, sendo que o par 6 foi o que mostrou os maiores valores de interação. Os perdedores dos pares 1 e 5 realizaram mais atos submissos do que os perdedores das outras duplas, sendo os únicos a apresentarem níveis de interação negativos.

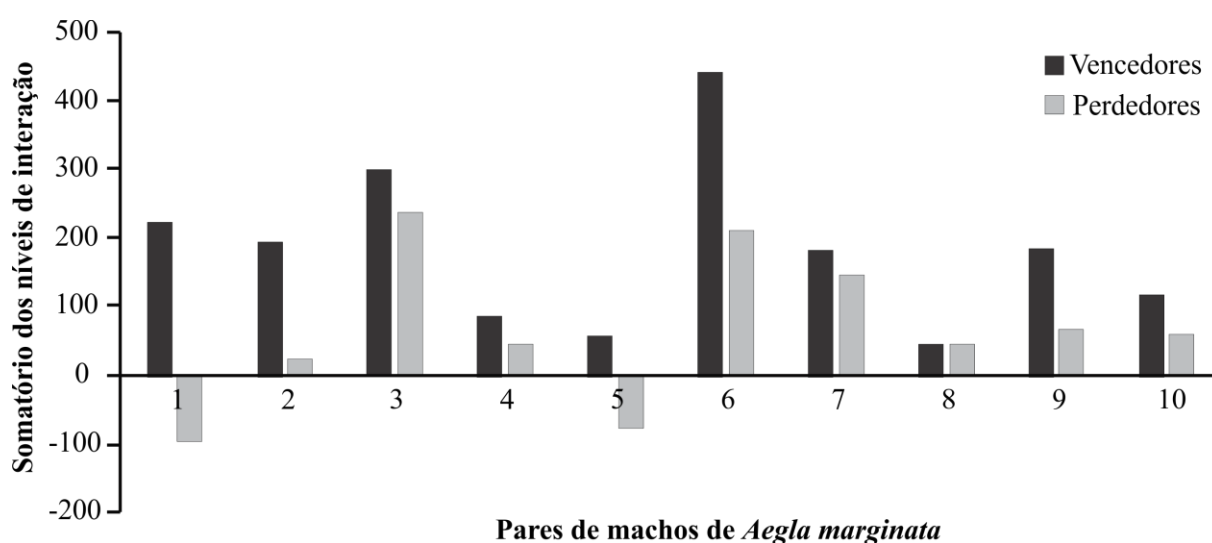


Figura 2 - *Aegla marginata*. Somatório dos níveis de interação dos pares de machos, com indicação dos vencedores e perdedores. Nesta análise estão excluídos os atos sem interação (WD1, WD2, WK e CA).

Houve diferença significativa ($p < 0,05$) na frequência com que vencedores e perdedores realizaram sete dos atos agonísticos mais frequentes nas disputas (Figura 3). Atos não-interativos não apresentaram diferença significativa, bem como não houve diferença entre os comportamentos de combate e combate intenso, os quais eram normalmente designados para ambos indivíduos da dupla simultaneamente.

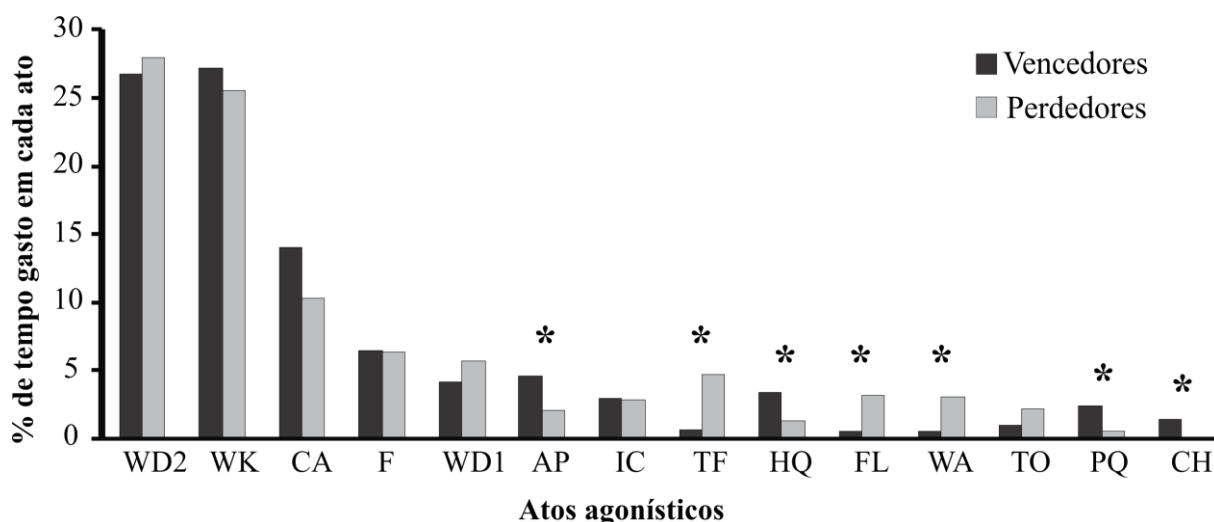


Figura 3 - *Aegla marginata*. Porcentagem de tempo gasto por vencedores e perdedores, em cada ato agonístico. Asteriscos indicam diferença significativa entre vencedores e perdedores. A descrição dos atos se encontra na Tabela 1.

De forma similar, não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre vencedores e perdedores para os níveis 0 e 1 (associados a atos não-interativos) e para os níveis 4 e 5 (atribuídos a comportamento de combate e combate intenso, respectivamente) (Figura 4).

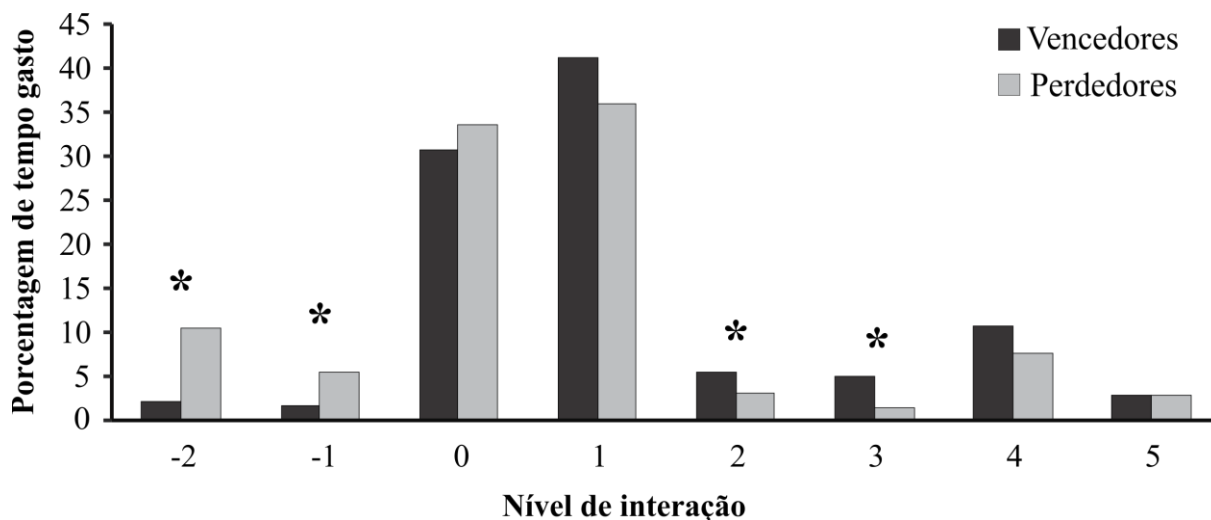


Figura 4 - *Aegla marginata*. Porcentagem de tempo gasto, por vencedores e perdedores, em cada nível de interação. Asteriscos indicam diferença significativa entre vencedores e perdedores.

Em seis das dez duplas o iniciador do primeiro combate foi sempre o vencedor, e em uma das duplas não ocorreram combates (comportamentos F e IC). Os displays de combate ocorreram de forma intercalada durante todo o período de gravação, não havendo um decréscimo no número de combates ao final dos 20 minutos.

4. DISCUSSÃO

O comportamento agonístico de machos de *A. marginata* é bastante complexo, com um vasto repertório de atos comportamentais ocorrendo em um curto intervalo de tempo. Porém, os indivíduos permaneceram a maior parte do tempo em atos não-interativos, como caminhar isoladamente ou tentar escalar as paredes da arena. Um combate diádico entre machos pode ser motivado por diversos fatores, como defesa de território e abrigo, competição por alimento e disputa por fêmeas (Hardy e Briffa, 2013). Em *A. marginata*, a predominância de atos não-interativos pode ser uma consequência da ausência de oferecimento de qualquer tipo de recurso. Além disto, permanecer em comportamento agressivo por um longo período de tempo demanda um gasto energético extremamente alto, e animais tendem a entrar em combate quando disputam um recurso limitante (Arnott e Elwood, 2009). Valores similares foram observados em *Trichodactylus panoplus* von Martens, 1869 (Zimmermann *et al.* 2009) e em *Aegla longirostri* Bond-Buckup e Buckup, 1994 (Ayres-Peres *et al.* 2011a), onde mais de 50% dos atos executados foram referentes a comportamentos não-interativos. O fato de *A. marginata* ter apresentado valores ainda menores de interação (mais de 70% dos atos foram não-interativos) do que sua congênere *A. longirostri* sugere que *A. marginata* seja uma espécie pouco agressiva.

Dentre os atos não-interativos, 54,47% figuraram comportamentos de atividade, onde os indivíduos andaram isoladamente ou tentaram escalar a arena. É possível que a ausência de substrato arenoso ou abrigos tenha forçado o aumento na atividade cinética dos animais, visto que a presença destes teria permitido que permanecessem abrigados e imóveis. Em *Aegla manuinflata* Bond-Buckup e Santos, 2009, por exemplo, Ayres-Peres *et al.* (2011b) observaram, por meio de telemetria, que os animais permaneceram inativos por horas ou até dias em locais onde há disponibilidade de abrigos, movimentando-se apenas quando necessário.

Em ambiente natural eglídeos vivem em baixo de rochas, em substrato arenoso ou entre vegetação marginal (Bueno e Bond-Buckup, 2000), fato constatado também para *A.*

marginata durante os trabalhos de captura. É possível que a alta disponibilidade de abrigos na natureza permita que esta população consiga viver sem conflitos frequentes. Do contrário, os animais estariam desperdiçando energia que poderia ser alocada para outros processos, como os reprodutivos e de procura de alimento. Esta hipótese é baseada em observações feitas com a lagosta *Homarus americanus* Milne-Edwards, 1837, que se torna mais agressiva quando o abrigo constitui um recurso limitante, sendo que grande parte de suas interações agonísticas envolvem defesa de abrigo (Karnofsky *et al.*, 1989). O mesmo comportamento foi evidenciado para os juvenis dos lagostins *Pacifastacus leniusculus* Dana, 1852 e *Procambarus clarkii* Girard, 1852 (Ranta e Lindström, 1992; Figler *et al.*, 1999).

Também foi possível verificar que, quando perseguidos, machos que já haviam perdido um combate normalmente evitavam seu oponente, se afastando do mesmo ou desempenhando flexões do abdômen. Em contrapartida, machos que haviam vencido combates mantinham comportamento agressivo, mesmo após terem sido atacados ou perseguidos pelo oponente. Este comportamento sugere que machos subordinados não exibem preferência em permanecer em um combate, optando por evitá-lo quando ocorre nova interação entre a dupla. Isto é corroborado pela hipótese de que experiências prévias influenciam a decisão de participar de novos confrontos, visto que o resultado de interações agonísticas anteriores pode afetar a maneira como o indivíduo percebe suas próprias habilidades de combate ou as habilidades de seu oponente (Hsu e Wolf, 1999; Hsu *et al.*, 2006a; Arnott e Elwood, 2009). Vencedores tendem a demonstrar maior agressividade e prontidão em participar de um novo combate, ao passo que perdedores reduzem o nível de agressividade e mostram menor probabilidade em se envolver em novos combates (Goesmann *et al.* 2000; Hsu *et al.* 2006b). Em juvenis de lagostins, observou-se que indivíduos dominantes se aproximam e atacam seus adversários mais frequentemente, mostrando-se mais propensos a iniciar nova interação agressiva. Em contrapartida, os subordinados desempenharam mais comportamentos de afastamento ou fuga, de forma similar aos machos perdedores de *A. marginata* (Issa *et al.* 1999). Por tanto, é possível que machos de *A. marginata* reconheçam seu próprio potencial e/ou do adversário e optem por não permanecer ou evitar iniciar combates que provavelmente serão infrutíferos.

Apesar de vencedores mostrarem prontidão para combates e perdedores realizarem comportamento de evitação após o início das interações, não houve redução na intensidade ou duração dos combates no decorrer dos experimentos. Em todas as duplas, os displays agressivos ocorreram de forma intercalada durante todo o período de gravação. Em crustáceos, a formação de hierarquias é fortemente influenciada por fatores individuais, como

tamanho do corpo ou do armamento. Quando o tamanho do corpo é similar entre a dupla, o estabelecimento de hierarquia é marcado por combates de grande intensidade no início das interações, seguido de um decréscimo na agressividade, especialmente em função da evitação realizada por indivíduos subordinados (Edwards e Herberholz, 2005). Em lagostins *Astacus astacus*, um padrão similar ao de *A. marginata* foi observado nos primeiros minutos de experimento, porém ocorreu uma redução no número de novos combates e na duração dos mesmos após o período experimental inicial. Neste estudo, os animais foram submetidos a cinco encontros em dias diferentes, com duas horas de duração cada (Goessmann *et al.* 2000). Esse resultado sugere que a hierarquia pode levar horas ou mesmo dias para ser estabelecida. Por tanto, nosso período experimental (=20 minutos) pode ter sido um intervalo de tempo demasiadamente curto para que fosse possível instaurar hierarquia entre os indivíduos da dupla. Outra hipótese é que, em eglídeos, não existe estabelecimento de hierarquia entre indivíduos com tamanho corpóreo similar. Futuros estudos, utilizando um período experimental mais longo, submetendo as duplas à confrontos subsequentes, ou utilizando duplas com disparidade de tamanho, devem esclarecer se efetivamente existe formação de hierarquias e de que forma ela é estabelecida em eglídeos.

Assim como em outros crustáceos quelados, os encontros agressivos em *A. marginata* apresentam como principal característica o uso dos quelípodos, seja para tocar ou segurar o oponente. A importância dos quelípodos no comportamento agressivo é bem documentada na literatura. Maginnis *et al.* (2015) observaram que machos do caranguejo *Hemigrapsus nudus* Dana, 1851 sem um dos quelípodos, ou com quelípodos em processo de regeneração, realizam comportamentos de fuga com maior frequência do que machos com quelípodos intactos. De forma similar, Yasuda e Koga (2016) observaram que, apesar de não influenciar a decisão de entrar em um combate, a perda do maior quelípodo no caranguejo eremita *Pagurus minutus* Hess, 1865 foi determinante no resultado do encontro agressivo. Em *A. marginata*, a maior parte dos combates foram precedidos pela utilização dos quelípodos (HQ e PQ). Também foi possível verificar que machos vencedores utilizaram seus quelípodos para bater e pinçar seu oponente 2,7 e 4,3 vezes mais do que perdedores, respectivamente. Isso demonstra que os quelípodos são determinantes na intensificação, e até mesmo no desfecho, das interações agressivas em *A. marginata*. O uso intenso de quelípodos já havia sido reportado para *Aegla uruguayana* Schmitt, 1942 em interações intraespecíficas, sendo que o maior quelípodo foi mais utilizado nos ataques (Viau *et al.* 2006). Em *A. longirostri* o mesmo padrão foi observado, bem como a execução de comportamentos menos comuns em outros crustáceos, como subir no oponente e empurrá-lo usando os quelípodos ou a própria carapaça

(Ayres-Peres *et al.* 2011a). O ato de subir no oponente não foi tão frequente em *A. marginata*, sendo executado apenas quando os indivíduos já haviam realizado ao menos um combate e sempre efetuado pelo vencedor. Sneddon *et al.* (1997) sugeriram que o ato de subir no oponente pode ser uma estratégia de baixo custo utilizada por indivíduos dominantes sobre os indivíduos submissos, tendo importante papel no estabelecimento de hierarquia.

Em eglídeos, o comportamento de tanatose havia sido reportado unicamente em *A. denticulata* (Coutinho *et al.* 2013), sendo também desempenhada durante comportamentos agonísticos (Ayres-Peres *et al.* 2015). Entretanto, a tanatose não ocorreu durante os displays agonísticos em *A. marginata*, somente em condições de manipulação durante as coletas e em laboratório. A tanatose é realizada apenas quando um organismo se sente ameaçado, e normalmente ocorre frente à uma possível predação (Lavalli e Spanier, 2014). Por tanto, a não execução deste comportamento durante o experimento pode ser um indicativo de que congêneres de tamanhos similares não representam uma ameaça significativa para *A. marginata*, ou que esta espécie utiliza a tanatose exclusivamente como um mecanismo antipredatório. Estudos futuros, que utilizem pares apresentando dissimilaridades de tamanho, ou na presença de predadores, devem esclarecer qual a extensão do uso da tanatose em eglídeos.

Machos de *A. marginata* apresentam comportamento agressivo, tamanho de carapaça superior ao das fêmeas e hiperalometria dos quelípodos (Adam, dados não publicados). Além disto, ocorre dimorfismo sexual no tamanho da carapaça e quelípodos de outras espécies congêneres, com machos atingindo tamanhos maiores para ambas medidas (Bueno e Shimizu, 2009; Trevisan e Santos, 2012; Takano *et al.* 2016), bem como o comportamento agressivo já foi reportado em outras espécies (Ayres-Peres *et al.* 2011, 2015). Como tamanhos corpóreos superiores e armamentos robustos estão intimamente relacionados ao sucesso em encontros agressivos relacionados à disputa por fêmeas (Berglund *et al.* 1996), os combates observados em machos de eglídeos podem estar associados à sua estratégia reprodutiva. Desta forma, é possível que as características morfológicas de machos deste grupo sejam fruto da seleção sexual, agindo através da competição entre machos.

5. CONCLUSÃO

Machos de *Aegla marginata* realizam atos comportamentais bastante variados. A espécie desempenhou maior número de atos não interativos em relação às congêneres, sugerindo que *A. marginata* é uma espécie pouco agressiva. O comportamento agonístico, somado às características morfológicas e ao dimorfismo sexual ocorrente no grupo, sugerem

que a seleção sexual age em eglídeos através da competição entre machos. Não ocorreu formação de hierarquias, o que pode estar relacionado com a ausência de variação de tamanho entre os pares ou com o curto período de tempo experimental. Também foi constatado que a espécie faz uso do comportamento de tanatose, porém, possivelmente como um mecanismo antipredatório, e não durante confrontos agonísticos, como havia sido observado em *A. denticulata*.

REFERÊNCIAS

- Arnott, G.; Elwood, R. W. (2009). Assessment of fighting ability in animal contests. *Animal Behaviour*, 77(5), 991-1004.
- Ayres-Peres, L., Araújo, P. B.; Santos, S. (2011a). Description of the agonistic behavior of *Aegla longirostri* (Decapoda: Aeglidae). *Journal of Crustacean Biology*, 31(3), 379-388.
- Ayres-Peres, L., Coutinho, C., Baumart, J. S., Gonçalves, A. S., Araújo, P. B.; Santos, S. (2011b). Radio-telemetry techniques in the study of displacement of freshwater anomurans. *Nauplius*, 19(1), 41-54.
- Ayres-Peres, L., Araújo, P. B., Jara, C. G., Palaoro, A. V.; Santos, S. (2015). How variable is agonistic behavior among crab species? A case study on freshwater anomurans (Crustacea: Decapoda: Aeglidae). *Journal of Zoology*, 297(2), 115-122.
- Berglund, A.; Bisazza, A.; Pilastro, A. (1996). Armaments and ornaments: an evolutionary explanation of traits of dual utility. *Biological Journal of the Linnean Society*, 58(4), 385-399.
- Bond-Buckup, G.; Buckup, L. (1994). A família Aeglidae (Crustacea, Decapoda, Anomura). *Arquivos de zoologia*, 32(4), 159-346.
- Bueno, A. A. D. P.; Bond-Buckup, G. (2000). Population's dynamics of *Aegla platensis* Schmitt (Crustacea, Decapoda, Aeglidae). *Revista Brasileira de Zoologia*, 17(1), 43-49.
- Bueno, S. L.; Shimizu, R. M. (2008). Reproductive biology and functional maturity in females of *Aegla franca* (Decapoda: Anomura: Aeglidae). *Journal of Crustacean Biology*, 28(4), 652-662.
- Coutinho, C.; Ayres-Peres, L.; Araújo, P. B.; Jara, C. G.; Santos, S. (2013). Thanatosis in freshwater anomurans (Decapoda: Aeglidae). *Journal of Natural History*, 47(41-42), 2623-2632.
- Edwards, D. H., & Herberholz, J. (2005). Crustacean models of aggression. Em Nelson, T. J. *The Biology of Aggression*, 38-61.
- Figler, M. H., Cheverton, H. M.; Blank, G. S. (1999). Shelter competition in juvenile red swamp crayfish (*Procambarus clarkii*): the influences of sex differences, relative size, and prior residence. *Aquaculture*, 178(1), 63-75.

- Goessmann, C.; Hemelrijk, C.; Huber, R. (2000). The formation and maintenance of crayfish hierarchies: behavioral and self-structuring properties. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 48(6), 418-428.
- Hardy, I. C.; Briffa, M. (Eds.). (2013). *Animal contests*. Cambridge University Press.
- Hsu, Y.; Wolf, L. L. (1999). The winner and loser effect: integrating multiple experiences. *Animal Behaviour*, 57(4), 903-910.
- Hsu, Y., Earley, R. L.; Wolf, L. L. (2006a). Modulation of aggressive behaviour by fighting experience: mechanisms and contest outcomes. *Biological Reviews*, 81(1), 33-74.
- Hsu, Y., Earley, R. L.; Wolf, L. L. (2006b). Modulating aggression through experience. *Fish cognition and behaviour*. Blackwell, Oxford, 96-118.
- Huber, R., Daws, A. G., Tuttle, S. A.; Panksepp, J. B. (2002). Quantitative behavioral techniques for the study of crustacean aggression. Em Wiese, K. *The crustacean nervous system* (pp. 186-201). Springer Berlin Heidelberg.
- Issa, F. A., Adamson, D. J.; Edwards, D. H. (1999). Dominance hierarchy formation in juvenile crayfish *Procambarus clarkii*. *Journal of Experimental Biology*, 202(24), 3497-3506.
- Karnofsky, E. B., Atema, J.; Elgin, R. H. (1989). Field observations of social behavior, shelter use, and foraging in the lobster, *Homarus americanus*. *The Biological Bulletin*, 176(3), 239-246.
- Lavalli, K. L.; Spanier, E. (2015). Predator adaptations of decapods. Em: Thiel, M.; Watling, L. *Lifestyles and Feeding Biology*. Oxford University Press, 2, 190-228.
- Maginnis, T. L., Isikbay, M., Degerstedt, S. G., Luethke, T. J.; Ortman, M. (2015). The effects of cheliped autotomy and regeneration on aggression in purple shore crabs (*Hemigrapsus nudus*). *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology*, 48(4), 241-251.
- Mariappan, P., Balasundaram, C.; Schmitz, B. (2000). Decapod crustacean chelipeds: an overview. *Journal of biosciences*, 25(3), 301-313.
- Maynard-Smith, J.; Price, G. R. (1973). The Logic of Animal Conflict. *Nature*, 246, 15.
- Moore, P. A. (2007). Agonistic behavior in freshwater crayfish: the influence of intrinsic and extrinsic factors on aggressive behavior and dominance. Em Duffy, E.; Thiel, M. *Evolutionary ecology of social and sexual systems: Crustacea as model organisms*. Oxford University Press
- Palaoro, A. V., Ayres-Peres, L.; Santos, S. (2013). Modulation of male aggressiveness through different communication pathways. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 67(2), 283-292.
- Palaoro, A. V., Dalosto, M. M., Costa, J. R.; Santos, S. (2014). Freshwater decapod (*Aegla longirostri*) uses a mixed assessment strategy to resolve contests. *Animal Behaviour*, 95, 71-79.

Parra, C. A., Barría, E. M.; Jara, C. G. (2011). Behavioural variation and competitive status in three taxa of *Aegla* (Decapoda: Anomura: Aeglidae) from two-community settings in Southern Chile. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 45(2), 249-262.

Ranta, E.; Lindström, K. (1993, January). Body size and shelter possession in mature signal crayfish, *Pacifastacus leniusculus*. Em *Annales Zoologici Fennici* (pp. 125-132). Finnish Zoological Publishing Board, formed by the Finnish Academy of Sciences, Societas Biologica Fennica Vanamo, Societas pro Fauna et Flora Fennica, and Societas Scientiarum Fennica.

Sarkar, A. (2003). *Social Behaviour in Animals*. Discovery Publishing House.

Sneddon, L. U.; Huntingford, F. A.; Taylor, A. C. (1997). The influence of resource value on the agonistic behaviour of the shore crab, *Carcinus maenas* (L.). *Marine & Freshwater Behaviour & Physiology*, 30(4), 225-237.

Sokolowicz, C. C., Ayres-Peres, L.; Santos, S. (2007). Diel activity and digestion time of *Aegla longirostri* (Crustacea, Decapoda, Anomura). *Iheringia. Série Zoologia*, 97(3), 235-238.

Takano, B. F.; Cohen, F. P. D. A.; Fransozo, A.; Shimizu, R. M.; Bueno, S. L. D. S. (2016). Allometric growth, sexual maturity and reproductive cycle of *Aegla castro* (Decapoda: Anomura: Aeglidae) from Itatinga, state of São Paulo, southeastern Brazil. *Nauplius*, 24.

Tamm, G. R.; Cobb, J. S. (1978). Behavior and the crustacean molt cycle: changes in aggression of *Homarus americanus*. *Science*, 200 (4337), 79-81.

Trevisan, A.; Santos, S. (2012). Morphological sexual maturity, sexual dimorphism and heterochely in *Aegla manuinflata* (Anomura). *Journal of Crustacean Biology*, 32(4), 519-527.

Viau, V. E., López Greco, L. S., Bond-Buckup, G.; Rodríguez, E. M. (2006). Size at the onset of sexual maturity in the anomuran crab, *Aegla uruguayana* (Aeglidae). *Acta Zoologica*, 87(4), 253-264.

Yasuda, C. I.; Koga, T. (2016). Do weaponless males of the hermit crab *Pagurus minutus* give up contests without escalation? Behavior of intruders that lack their major cheliped in male–male contests. *Journal of Ethology*, 1-6.

Zimmermann, B. L.; Aued, A. W.; Machado, S.; Manfio, D.; Scarton, L. P.; Santos, S. (2009). Behavioral repertory of *Trichodactylus panoplus* (Crustacea: Trichodactylidae) under laboratory conditions. *Zoologia (Curitiba)*, 26(1), 5-11.

REFERÊNCIAS

- Abouheif, E.; Fairbairn, D. J. (1997). A comparative analysis of allometry for sexual size dimorphism: assessing Rensch's rule. *The American Naturalist*, 149(3), 540-562.
- Adams, D. C., Rohlf, F. J.; Slice, D. E. (2004). Geometric morphometrics: ten years of progress following the 'revolution'. *Italian Journal of Zoology*, 71(1), 5-16.
- Alunno-Bruscia, M.; Sainte-Marie, B. (1998). Abdomen allometry, ovary development, and growth of female snow crab, *Chionoecetes opilio* (Brachyura, Majidae), in the northwestern Gulf of St. Lawrence. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 55(2), 459-477.
- Andersson, M. B. (1994). *Sexual selection*. Princeton University Press.
- Aquiloni, L.; Gherardi, F. (2008). Mutual mate choice in crayfish: large body size is selected by both sexes, virginity by males only. *Journal of Zoology*, 274(2), 171-179.
- Arnott, G.; Elwood, R. W. (2009). Assessment of fighting ability in animal contests. *Animal Behaviour*, 77(5), 991-1004.
- Ayres-Peres, L., Araújo, P. B., Jara, C. G., Palaoro, A. V.; Santos, S. (2015). How variable is agonistic behavior among crab species? A case study on freshwater anomurans (Crustacea: Decapoda: Aeglidae). *Journal of Zoology*, 297(2), 115-122.
- Ayres-Peres, L., Araújo, P. B.; Santos, S. (2011a). Description of the agonistic behavior of *Aegla longirostri* (Decapoda: Aeglidae). *Journal of Crustacean Biology*, 31(3), 379-388.
- Ayres-Peres, L., Coutinho, C., Baumart, J. S., Gonçalves, A. S., Araujo, P. B.; Santos, S. (2011b). Radio-telemetry techniques in the study of displacement of freshwater anomurans. *Nauplius*, 19(1), 41-54.
- Barriá, E. M., Sepúlveda, R. D.; Jara, C. G. (2011). Morphologic variation in *Aegla* Leach (Decapoda: Reptantia: Aeglidae) from central-southern Chile: interspecific differences, sexual dimorphism, and spatial segregation. *Journal of Crustacean Biology*, 31(2), 231-239.
- Berdnikovs, S., Bernstein, M., Metzler, A.; German, R. Z. (2007). Pelvic growth: Ontogeny of size and shape sexual dimorphism in rat pelvis. *Journal of morphology*, 268(1), 12-22.
- Berglund, A.; Bisazza, A.; Pilastro, A. (1996). Armaments and ornaments: an evolutionary explanation of traits of dual utility. *Biological Journal of the Linnean Society*, 58(4), 385-399.
- Bond-Buckup, G. (2003). Em: Magalhães, C. *Manual de identificação dos Crustacea Decapoda de água doce do Brasil*. G. A. S. de Melo (Ed.). Edições Loyola.
- Bond-Buckup, G.; Buckup, L. (1994). A família Aeglidae (Crustacea, Decapoda, Anomura). *Arquivos de zoologia*, 32(4), 159-346.
- Braña, F. (1996). Sexual dimorphism in lacertid lizards: male head increase vs. female abdomen increase? *Oikos*, 511-523.

- Brockerhoff, A. M.; McLay, C. L. (2005). Mating behaviour, female receptivity and male-male competition in the intertidal crab *Hemigrapsus sexdentatus* (Brachyura: Grapsidae). *Marine Ecology Progress Series*, 290, 179-191.
- Brommer, J. E. (2000). The evolution of fitness in life-history theory. *Biological Reviews*, 75(3), 377-404.
- Bueno, A. A. D. P.; Bond-Buckup, G. (2000). Population's dynamics of *Aegla platensis* Schmitt (Crustacea, Decapoda, Aeglidae). *Revista Brasileira de Zoologia*, 17(1), 43-49.
- Bueno, S. L.; Shimizu, R. M. (2008). Reproductive biology and functional maturity in females of *Aegla franca* (Decapoda: Anomura: Aeglidae). *Journal of Crustacean Biology*, 28(4), 652-662.
- Clair, E. M. S. (2007). Sexual dimorphism in the pelvis of *Microcebus*. *International Journal of Primatology*, 28(5), 1109-1122.
- Clayton, D. A. (1990). Crustacean allometric growth: a case for caution. *Crustaceana*, 58(3), 270-290.
- Cock, A. G. (1966). Genetical aspects of metrical growth and form in animals. *Quarterly Review of Biology*, 131-190.
- Collins, P. A.; Giri, F.; Williner, V. (2008). Sexual maturity and ontogenetic shape variations in the freshwater anomuran crab, *Aegla uruguayana* (Decapoda, Aeglidae). *Invertebrate Reproduction & Development*, 52(1-2), 113-119.
- Colpo, K. D.; Ribeiro, L. O.; Santos, S. (2005). Population biology of the freshwater anomuran *Aegla longirostri* (Aeglidae) from south Brazilian streams. *Journal of Crustacean Biology*, 25(3), 495-499.
- Cothran, R. D. (2008). Direct and indirect fitness consequences of female choice in a crustacean. *Evolution*, 62(7), 1666-1675.
- Cothran, R. D., Chapman, K., Stiff, A. R.; Relyea, R. A. (2012). "Cryptic" direct benefits of mate choice: choosy females experience reduced predation risk while in precopula. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 66(6), 905-913.
- Coutinho, C.; Ayres-Peres, L.; Araujo, P. B.; Jara, C. G.; Santos, S. (2013). Thanatosis in freshwater anomurans (Decapoda: Aeglidae). *Journal of Natural History*, 47(41-42), 2623-2632.
- Crane, J. (1966). Combat, display and ritualization in fiddler crabs (Ocypodidae, genus *Uca*). *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 251(772), 459-472.
- Edwards, D. H., & Herberholz, J. (2005). Crustacean models of aggression. In Nelson, T. J. *The Biology of Aggression*, 38-61.
- Fairbairn, D. J. (1997). Allometry for sexual size dimorphism: pattern and process in the coevolution of body size in males and females. *Annual review of ecology and systematics*, 659-687.

- Figler, M. H., Cheverton, H. M.; Blank, G. S. (1999). Shelter competition in juvenile red swamp crayfish (*Procambarus clarkii*): the influences of sex differences, relative size, and prior residence. *Aquaculture*, 178(1), 63-75.
- Finney, W. C.; Abele, L. G. (1981). Allometric Variation and Sexual Maturity in the Obligate Coral Commensal *Trapezia ferruginea* Latreille (Decapoda, Xanthidae). *Crustaceana*, 41(2), 113-130.
- Gherardi, F., Renai, B., Galeotti, P.; Rubolini, D. (2006). Nonrandom mating, mate choice, and male-male competition in the crayfish *Austropotamobius italicus*, a threatened species. *Archiv für Hydrobiologie*, 165(4), 557-576.
- Giri, F.; Collins, P. A. (2004). A geometric morphometric analysis of two sympatric species of the family Aeglidae (Crustacea, Decapoda, Anomura) from the La Plata basin. *Italian Journal of Zoology*, 71(1), 85-88.
- Glucksmann, A. (1974). Sexual dimorphism in mammals. *Biological Reviews*, 49(4), 423-475.
- Goessmann, C.; Hemelrijk, C.; Huber, R. (2000). The formation and maintenance of crayfish hierarchies: behavioral and self-structuring properties. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 48(6), 418-428.
- Gould, S. J. (1966). Allometry and size in ontogeny and phylogeny. *Biological Reviews*, 41(4), 587-638.
- Hardy, I. C.; Briffa, M. (Eds.). (2013). *Animal contests*. Cambridge University Press.
- Hartnoll, R. G. (1978). The determination of relative growth in Crustacea. *Crustaceana*, 34(3), 281-293.
- Hartnoll, R. G. (1983). Strategies of crustacean growth. *Australian Museum Memoirs*, 18, 121-131.
- Hedrick, A. V.; Temeles, E. J. (1989). The evolution of sexual dimorphism in animals: hypotheses and tests. *Trends in Ecology & Evolution*, 4(5), 136-138.
- Hepp, L. U., Fornel, R., Restello, R. M., Trevisan, A.; Santos, S. (2012). Intraspecific morphological variation in a freshwater crustacean *Aegla plana* in Southern Brazil: effects of geographical isolation on carapace shape. *Journal of Crustacean Biology*, 32(4), 511-518.
- Houston, A. I.; McNamara, J. M. (1999). *Models of adaptive behaviour: an approach based on state*. Cambridge University Press.
- Hsu, Y., Earley, R. L.; Wolf, L. L. (2006a). Modulation of aggressive behaviour by fighting experience: mechanisms and contest outcomes. *Biological Reviews*, 81(1), 33-74.
- Hsu, Y., Earley, R. L.; Wolf, L. L. (2006b). Modulating aggression through experience. *Fish cognition and behaviour*. Blackwell, Oxford, 96-118.
- Hsu, Y.; Wolf, L. L. (1999). The winner and loser effect: integrating multiple experiences. *Animal Behaviour*, 57(4), 903-910.

- Huber, R., Daws, A. G., Tuttle, S. A.; Panksepp, J. B. (2002). Quantitative behavioral techniques for the study of crustacean aggression. Em Wiese, K. *The crustacean nervous system* (pp. 186-201). Springer Berlin Heidelberg.
- Irschick, D. J.; Herrel, A.; Vanhooydonck, B.; Damme, R. V. (2007). A functional approach to sexual selection. *Functional Ecology*, 21(4), 621-626.
- Issa, F. A., Adamson, D. J.; Edwards, D. H. (1999). Dominance hierarchy formation in juvenile crayfish *Procambarus clarkii*. *Journal of Experimental Biology*, 202(24), 3497-3506.
- Jaroensutasinee, M.; Jaroensutasinee, K. (2004). Morphology, density, and sex ratio of fiddler crabs from southern Thailand (Decapoda, Brachyura, Ocypodidae). *Crustaceana*, 77(5), 533-551.
- Karnofsky, E. B., Atema, J.; Elgin, R. H. (1989). Field observations of social behavior, shelter use, and foraging in the lobster, *Homarus americanus*. *The Biological Bulletin*, 176(3), 239-246.
- Klingenberg, C. P. (1996). Multivariate allometry. Em: Marcus, L. F., Corti, M., Loy, A., Naylor, G. J. P. e Slice, D. E. *Advances in morphometrics* (pp. 23-49). Springer US.
- Klingenberg, C. P. (2010). Evolution and development of shape: integrating quantitative approaches. *Nature Reviews Genetics*, 11(9), 623-635.
- Klingenberg, C. P. (2011). MorphoJ: an integrated software package for geometric morphometrics. *Molecular ecology resources*, 11(2), 353-357.
- Klingenberg, C. P. (2016). Size, shape, and form: concepts of allometry in geometric morphometrics. *Development genes and evolution*, 1-25.
- Koehl, M. A. R. (1996). When does morphology matter? *Annual Review of Ecology and Systematics*, 27(1), 501-542.
- Lailvaux, S. P.; Irschick, D. J. (2006). A functional perspective on sexual selection: insights and future prospects. *Animal Behaviour*, 72(2), 263-273.
- Lavalli, K. L.; Spanier, E. (2015). Predator adaptations of decapods. Em: Thiel, M.; Watling, L. *Lifestyles and Feeding Biology*. Oxford University Press, 2, 190-228.
- Llodra, E. R. (2002). Fecundity and life-history strategies in marine invertebrates. *Advances in marine biology*, 43, 87-170.
- Maack, R. (1981). *Geografia física do Estado do Paraná*. J. Olympio.
- Maginnis, T. L., Isikbay, M., Degerstedt, S. G., Luethke, T. J.; Ortman, M. (2015). The effects of cheliped autotomy and regeneration on aggression in purple shore crabs (*Hemigrapsus nudus*). *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology*, 48(4), 241-251.
- Mariappan, P., Balasundaram, C.; Schmitz, B. (2000). Decapod crustacean chelipeds: an overview. *Journal of biosciences*, 25(3), 301-313.

- Martin, J. W.; Abele, L. G. (1988). *External morphology of the genus Aegla (Crustacea: Anomura: Aeglidae)* (No. 453-455). Smithsonian Institution Press.
- Maynard-Smith, J.; Price, G. R. (1973). The Logic of Animal Conflict. *Nature*, 246, 15.
- Mitteroecker, P., Gunz, P., Windhager, S.; Schaefer, K. (2013). A brief review of shape, form, and allometry in geometric morphometrics, with applications to human facial morphology. *Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy*, 24(1), 59-66.
- Moore, P. A. (2007). Agonistic behavior in freshwater crayfish: the influence of intrinsic and extrinsic factors on aggressive behavior and dominance. Em Duffy, E.; Thiel, M. *Evolutionary ecology of social and sexual systems: Crustacea as model organisms*. Oxford University Press.
- Nachtigall, W. (1981). Hydromechanics and biology. *Biophysics of structure and mechanism*, 8(1-2), 1-22.
- Nakayama, M.; Wada, K. (2015). Effect of size on fighting and mating in a brachyuran crab with female-biased size dimorphism, *Ilyograpsus nodulosus* (Macrophthalmidae). *Journal of Crustacean Biology*, 35(6), 763-767.
- Oliveira, D. D.; Santos, S. (2011). Morphological sexual maturity of *Aegla platensis* (Crustacea, Decapoda, Anomura) in the Lajeado Bonito, north of the state of Rio Grande do Sul, Brazil. *Iheringia. Série Zoologia*, 101(1-2), 127-130.
- Palaoro, A. V., Ayres-Peres, L.; Santos, S. (2013). Modulation of male aggressiveness through different communication pathways. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 67(2), 283-292.
- Palaoro, A. V., Dalosto, M. M., Costa, J. R.; Santos, S. (2014). Freshwater decapod (*Aegla longirostri*) uses a mixed assessment strategy to resolve contests. *Animal Behaviour*, 95, 71-79.
- Parra, C. A., Barría, E. M.; Jara, C. G. (2011). Behavioural variation and competitive status in three taxa of *Aegla* (Decapoda: Anomura: Aeglidae) from two-community settings in Southern Chile. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 45(2), 249-262.
- Pérez-Losada, M., Bond-Buckup, G., Jara, C. G.; Crandall, K. A. (2004). Molecular systematics and biogeography of the southern South American freshwater "crabs" *Aegla* (Decapoda: Anomura: Aeglidae) using multiple heuristic tree search approaches. *Systematic Biology*, 53(5), 767-780.
- Pezzuto, P. R. (1993). Regrans: a "basic" program for an extensive analysis of relative growth. *Atlântica*, 15, 93-105.
- R Development Core Team (2008). R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Ranta, E.; Lindström, K. (1993, January). Body size and shelter possession in mature signal crayfish, *Pacifastacus leniusculus*. Em *Annales Zoologici Fennici* (pp. 125-132). Finnish Zoological Publishing Board, formed by the Finnish Academy of Sciences, Societas

Biologica Fennica Vanamo, Societas pro Fauna et Flora Fennica, and Societas Scientiarum Fennica.

Rocha, S. S. D.; Bueno, S. L. D. S. (2004). Freshwater decapod crustaceans from Ribeira de Iguape river basin and adjacent coastal areas, São Paulo, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 21(4), 1001-1010.

Rohlf, F. J. (2010). tpsDig v2. 16. *Department of Ecology and Evolution, State University of New York, Stony Brook, New York*.

Sarkar, A. (2003). *Social Behaviour in Animals*. Discovery Publishing House.

Sato, T.; Goshima, S. (2007). Female choice in response to risk of sperm limitation by the stone crab, *Haplogaster dentata*. *Animal Behaviour*, 73(2), 331-338.

Scalici, M., & Gibertini, G. (2009). Sexual dimorphism and ontogenetic variation in the carapace of *A. pallipes* (Lereboullet, 1858). *Italian Journal of Zoology*, 76(2), 179-188.

Schutz, H., Donovan, E. R.; Hayes, J. P. (2009). Effects of parity on pelvic size and shape dimorphism in *Mus*. *Journal of morphology*, 270(7), 834-842.

Shine, R. (1979). Sexual selection and sexual dimorphism in the Amphibia. *Copeia*, 297-306.

Shine, R. (1989). Ecological causes for the evolution of sexual dimorphism: a review of the evidence. *Quarterly Review of Biology*, 419-461.

Silva, A. R., Wolf, M. R.; Castilho, A. L. (2016). Reproduction, growth and longevity of the endemic South American crab *Aegla marginata* (Decapoda: Anomura: Aeglidae). *Invertebrate Reproduction & Development*, 60(1), 59-72.

Sneddon, L. U.; Huntingford, F. A.; Taylor, A. C. (1997). The influence of resource value on the agonistic behaviour of the shore crab, *Carcinus maenas* (L.). *Marine & Freshwater Behaviour & Physiology*, 30(4), 225-237.

Sokolowicz, C. C., Ayres-Peres, L.; Santos, S. (2007). Diel activity and digestion time of *Aegla longirostri* (Crustacea, Decapoda, Anomura). *Iheringia. Série Zoologia*, 97(3), 235-238.

Takano, B. F.; Cohen, F. P. D. A.; Fransozo, A.; Shimizu, R. M.; Bueno, S. L. D. S. (2016). Allometric growth, sexual maturity and reproductive cycle of *Aegla castro* (Decapoda: Anomura: Aeglidae) from Itatinga, state of São Paulo, southeastern Brazil. *Nauplius*, 24.

Tamm, G. R.; Cobb, J. S. (1978). Behavior and the crustacean molt cycle: changes in aggression of *Homarus americanus*. *Science*, 200 (4337), 79-81.

Trevisan, A. (2013). *Influência da Serra do Mar na distribuição e biologia de Aeglidae (Crustacea, Anomura) na porção leste do Estado do Paraná: padrão de distribuição da família Aeglidae no Estado do Paraná*. 257 f. Tese (Doutorado em Zoologia) – Universidade Federal do Paraná, Paraná.

Trevisan, A., Marochi, M. Z., Costa, M., Santos, S.; Masunari, S. (2012). Sexual dimorphism in *Aegla marginata* (Decapoda: Anomura). *Nauplius*, 20(1), 75-86.

- Trevisan, A.; Santos, S. (2012). Morphological sexual maturity, sexual dimorphism and heterochely in *Aegla manuinflata* (Anomura). *Journal of Crustacean Biology*, 32(4), 519-527.
- Ventura, T., Rosen, O.; Sagi, A. (2011). From the discovery of the crustacean androgenic gland to the insulin-like hormone in six decades. *General and comparative endocrinology*, 173(3), 381-388.
- Viau, V. E., López Greco, L. S., Bond-Buckup, G.; Rodríguez, E. M. (2006). Size at the onset of sexual maturity in the anomuran crab, *Aegla uruguayana* (Aeglidae). *Acta Zoologica*, 87(4), 253-264.
- Villanelli, F.; Gherardi, F. (1998). Breeding in the crayfish, *Austropotamobius pallipes*: mating patterns, mate choice and intermale competition. *Freshwater Biology*, 40(2), 305-315.
- Viscosi, V.; Cardini, A. (2011). Leaf morphology, taxonomy and geometric morphometrics: a simplified protocol for beginners. *PloS one*, 6(10), e25630.
- Yasuda, C. I.; Koga, T. (2016). Do weaponless males of the hermit crab *Pagurus minutus* give up contests without escalation? Behavior of intruders that lack their major cheliped in male–male contests. *Journal of Ethology*, 1-6.
- Zimmermann, B. L.; Aued, A. W.; Machado, S.; Manfio, D.; Scarton, L. P.; Santos, S. (2009). Behavioral repertory of *Trichodactylus panoplus* (Crustacea: Trichodactylidae) under laboratory conditions. *Zoologia (Curitiba)*, 26(1), 5-11.

ANEXOS



Ministério do Meio Ambiente - MMA
Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio
Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 50525-1	Data da Emissão: 19/08/2015 08:10	Data para Revalidação*: 17/09/2016
* De acordo com o art. 28 da IN 03/2014, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.		

Dados do titular

Nome: CAROLINA DE LIMA ADAM	CPF: 043.802.219-03
Título do Projeto: VARIAÇÃO MORFOLÓGICA E BIOLOGIA DAS POPULAÇÕES DE Aegla marginata Bond-Buckup, 1994 (CRUSTACEA, AEGLIDAE) OCORRENTES NO LESTE DO ESTADO DO PARANÁ	
Nome da Instituição : UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ	CNPJ: 75.095.679/0001-49

Cronograma de atividades

#	Descrição da atividade	Início (mês/ano)	Fim (mês/ano)
1	Coleta de animais silvestres	08/2015	03/2017

Observações e ressalvas

1	As atividades de campo exercidas por pessoa natural ou jurídica estrangeira, em todo o território nacional, que impliquem o deslocamento de recursos humanos e materiais, tendo por objeto coletar dados, materiais, espécimes biológicos e minerais, peças integrantes da cultura nativa e cultura popular, presente e passada, obtidos por meio de recursos e técnicas que se destinem ao estudo, à difusão ou à pesquisa, estão sujeitas a autorização do Ministério de Ciência e Tecnologia.
2	Esta autorização NÃO exige o pesquisador titular e os membros de sua equipe da necessidade de obter as anuências previstas em outros instrumentos legais, bem como do consentimento do responsável pela área, pública ou privada, onde será realizada a atividade, inclusive do órgão gestor de terra indígena (FUNAI), da unidade de conservação estadual, distrital ou municipal, ou do proprietário, arrendatário, possessor ou morador de área dentro dos limites de unidade de conservação federal cujo processo de regularização fundiária encontra-se em curso.
3	Este documento somente poderá ser utilizado para os fins previstos na Instrução Normativa ICMBio nº 03/2014 ou na Instrução Normativa ICMBio nº 10/2010, no que especifica esta Autorização, não podendo ser utilizado para fins comerciais, industriais ou esportivos. O material biológico coletado deverá ser utilizado para atividades científicas ou didáticas no âmbito do ensino superior.
4	A autorização para envio ao exterior de material biológico não consignado deverá ser requerida por meio do endereço eletrônico www.ibama.gov.br (Serviços on-line - Licença para importação ou exportação de flora e fauna - CITES e não CITES).
5	O titular de licença ou autorização e os membros da sua equipe deverão optar por métodos de coleta e instrumentos de captura direcionados, sempre que possível, ao grupo taxonômico de interesse, evitando a morte ou dano significativo a outros grupos; e empregar esforço de coleta ou captura que não comprometa a viabilidade de populações do grupo taxonômico de interesse em condição in situ.
6	O titular de autorização ou de licença permanente, assim como os membros de sua equipe, quando da violação da legislação vigente, ou quando da inadequação, omissão ou falsa descrição de informações relevantes que subsidiaram a expedição do ato, poderá, mediante decisão motivada, ter a autorização ou licença suspensa ou revogada pelo ICMBio, nos termos da legislação brasileira em vigor.
7	Este documento não dispensa o cumprimento da legislação que dispõe sobre acesso a componente do patrimônio genético existente no território nacional, na plataforma continental e na zona econômica exclusiva, ou ao conhecimento tradicional associado ao patrimônio genético, para fins de pesquisa científica, bioprospecção e desenvolvimento tecnológico. Veja maiores informações em www.mma.gov.br/cgen .
8	Em caso de pesquisa em UNIDADE DE CONSERVAÇÃO, o pesquisador titular desta autorização deverá contactar a administração da unidade a fim de CONFIRMAR AS DATAS das expedições, as condições para realização das coletas e de uso da infra-estrutura da unidade.

Outras ressalvas

1	Apresentar as coordenadas geográficas de localização das cavernas a serem estudadas
---	---

Locais onde as atividades de campo serão executadas

#	Município	UF	Descrição do local	Tipo
1	TUNAS DO PARANÁ	PR	Tunas do Paraná	Fora de UC Federal
2	MORRETES	PR	Morretes	Fora de UC Federal
3	IPORANGA	SP	Iporanga	Fora de UC Federal
4	RIO BRANCO DO SUL	PR	Rio Branco do Sul	Fora de UC Federal
5	JOINVILLE	SC	Joinville	Fora de UC Federal

Atividades X Táxons

Este documento (Autorização para atividades com finalidade científica) foi expedido com base na Instrução Normativa nº 03/2014. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 42788993



Página 1/4



Ministério do Meio Ambiente - MMA
Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio
Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 50525-1	Data da Emissão: 19/08/2015 08:10	Data para Revalidação*: 17/09/2016
* De acordo com o art. 28 da IN 03/2014, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.		

Dados do titular

Nome: CAROLINA DE LIMA ADAM	CPF: 043.802.219-03
Título do Projeto: VARIAÇÃO MORFOLÓGICA E BIOLOGIA DAS POPULAÇÕES DE <i>Aegla marginata</i> Bond-Buckup, 1994 (CRUSTACEA, AEGLIDAE) OCORRENTES NO LESTE DO ESTADO DO PARANÁ	
Nome da Instituição : UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ	CNPJ: 75.095.679/0001-49

#	Atividade	Táxons
1	Captura de animais silvestres in situ	Decapoda
2	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Decapoda (*Qtde: 50)
3	Marcação de animais silvestres in situ	Decapoda

* Quantidade de indivíduos por espécie, por localidade ou unidade de conservação, a serem coletados durante um ano.

Material e métodos

1	Método de captura/coleta (Invertebrados Aquáticos)	Puçá, Armadilha (covo, manzuá, potes para polvos, substrato específico, manilha e variações), Peneira, Captura manual
2	Método de marcação (Invertebrados Aquáticos)	Etiquetas e/ou pinos

Destino do material biológico coletado

#	Nome local destino	Tipo Destino
1	UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ	coleção

Este documento (Autorização para atividades com finalidade científica) foi expedido com base na Instrução Normativa nº 03/2014. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 42788993



Página 2/4



Ministério do Meio Ambiente - MMA
Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio
Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 50525-1	Data da Emissão: 19/08/2015 08:10	Data para Revalidação*: 17/09/2016
* De acordo com o art. 28 da IN 03/2014, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.		

Dados do titular

Nome: CAROLINA DE LIMA ADAM	CPF: 043.802.219-03
Título do Projeto: VARIAÇÃO MORFOLÓGICA E BIOLOGIA DAS POPULAÇÕES DE <i>Aegla marginata</i> Bond-Buckup, 1994 (CRUSTACEA, AEGLIDAE) OCORRENTES NO LESTE DO ESTADO DO PARANÁ	
Nome da Instituição : UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ	CNPJ: 75.095.679/0001-49

Registro de coleta imprevista de material biológico

De acordo com a Instrução Normativa nº 03/2014, a coleta imprevista de material biológico ou de substrato não contemplado na autorização ou na licença permanente deverá ser anotada na mesma, em campo específico, por ocasião da coleta, devendo esta coleta imprevista ser comunicada por meio do relatório de atividades. O transporte do material biológico ou do substrato deverá ser acompanhado da autorização ou da licença permanente com a devida anotação. O material biológico coletado de forma imprevista, deverá ser destinado à instituição científica e, depositado, preferencialmente, em coleção biológica científica registrada no Cadastro Nacional de Coleções Biológicas (CCBIO).

Táxon*	Qtde.	Tipo de amostra	Qtde.	Data

Este documento (Autorização para atividades com finalidade científica) foi expedido com base na Instrução Normativa nº 03/2014. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 42788993



Página 3/4



Ministério do Meio Ambiente - MMA
Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio
Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 50525-1	Data da Emissão: 19/08/2015 08:10	Data para Revalidação*: 17/09/2016
* De acordo com o art. 28 da IN 03/2014, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.		

Dados do titular

Nome: CAROLINA DE LIMA ADAM	CPF: 043.802.219-03
Título do Projeto: VARIAÇÃO MORFOLÓGICA E BIOLOGIA DAS POPULAÇÕES DE <i>Aegla marginata</i> Bond-Buckup, 1994 (CRUSTACEA, AEGLIDAE) OCORRENTES NO LESTE DO ESTADO DO PARANÁ	
Nome da Instituição : UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ	CNPJ: 75.095.679/0001-49

* Identificar o espécime no nível taxonômico possível.

Este documento (Autorização para atividades com finalidade científica) foi expedido com base na Instrução Normativa nº 03/2014. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 42788993



Página 4/4



AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA EM UNIDADE DE CONSERVAÇÃO DO PARANÁ

Número: 10.15

Data de Emissão: 27.03.2015

Dados do Pesquisador e da Pesquisa

Nome: Carolina de Lima Adam
RG: 8.911.280-9 CPF: 043.802.219-3
Título do Projeto: Variação Morfológica em <i>Aegla marginata</i> Bond-Buckup, 1994 (Anomura, Aeglidae) ao Longo de Sua Distribuição no Estado do Paraná.
Palavras-chave: <i>Aegla marginata</i> ;Parque Estadual Pico Marumbi; Unidades de Conservação do Paraná;

Cronograma de Coletas:

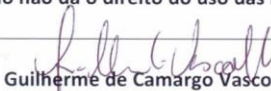
Unidade de Conservação: Parque Estadual Pico Marumbi Mar/2015 MAR/2016

Equipe de Trabalho:

Renata Daldin Leite	RG: 10.692.716-2
---------------------	------------------

Observações:

1. Não é permitida a coleta de espécies ameaçadas ou em risco de extinção;
2. As gerências da(s) UC(s) devem ser comunicadas com antecedência sobre os trabalhos em campo a serem realizados na Unidade;
3. Esta autorização tem validade até 27.03.2016 podendo ser renovada no final do período.
4. Esta autorização não dá o direito do uso das imagens oriundas desse trabalho.


 Guilherme de Camargo Vasconcellos
 Diretor de Biodiversidade e Áreas Protegidas – DIBAP
 Curitiba, 18 de Março de 2015